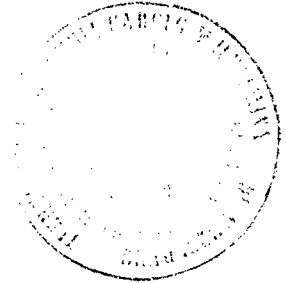


~~VI 237~~

o. PROF. DR.-ING. KARL KORDINA - TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG
Lehrstuhl für Stahlbeton- und Massivbau · Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau



FORSCHUNGSVORHABEN V 112. 1 A/DAfStb
"Bewehrungsführung in Rahmenecken"

ABSCHLUSSBERICHT

erstattet von:

o. Professor Dr.-Ing. K. Kordina
Dipl.-Ing. G. Wiedemann

Braunschweig, April 1978

Postsendungen:
3300 Braunschweig, Beethovenstraße 52
Fernschreiber: 0 52 698 ibatb d

Fernsprecher:
391 29 70
Ortskennzahl 05 31
Kommt keine Verbindung zustande
bitte Nr. 391 22 81

Besuchszeiten:
Montag bis Freitag 9-16 Uhr

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Problemstellung	1
2. Dehnungs- und Spannungsverteilung im Eckbereich	2
3. Versuchsprogramm	5
4. Baustoffe und Herstellung	7
5. Versuchsdurchführung	9
5.1 Versuchseinrichtung	9
5.2 Laststufen und Messungen	10
6. Rechenwerte	11
6.1 Versuchsschnittgrößen	12
6.2 Rechnerische Schnittgrößen	14
7. Versuchsergebnisse	16
7.1 Versuchskörper V1	16
7.2 Versuchskörper V2 bis V6	17
7.3 Versuchskörper V8	19
7.4 Versuchskörper V7	20
7.5 Versuchskörper V9	20
7.6 Gegenüberstellung einiger Versuchsergebnisse	22
8. Bewehrungsrichtlinien für die Praxis	25
8.1 Rahmenecken mit positivem Moment	25
8.2 Rahmenecken mit negativem Moment	27
9. Zusammenfassung	28
10. Schrifttum	30
11. Anlagen	
Graphische Darstellung der Meßergebnisse	
12. Fotos	
13. Anhang Meßwerte	
(auf Wunsch vom Institut erhältlich)	

1. Problemstellung

Biegeglieder mit geknicktem Zuggurt treten bei vielerlei Bauaufgaben auf: in Rahmenecken, im Anschlußbereich einer Winkelstützmauer zu ihrem Fundament, im Anschluß einer Balkonbrüstung zur Deckenplatte, im Bereich der Ecken eines Schwimmbades, eines Zellsilos oder Brückenwiderlagers.

Die normalerweise zu ihrer Berechnung angewandte "linearisierte" Balkentheorie ist in solchen Fällen nicht mehr ausreichend, da sich im Knickbereich, wie elastizitätstheoretische Spannungsuntersuchungen zeigen, ein zweidimensionaler Spannungszustand einstellt (s. Kap. 2).

Im Stahlbetonbau ergeben sich zusätzliche Probleme bei der konstruktiven Ausbildung dieser Eck- oder Knickbereiche im Zusammenhang mit der Bewehrungsführung: Die Kräfte im Druck- und Zuggurt erfahren eine Richtungsänderung; die hieraus resultierenden Umlenkkkräfte müssen in die Überlegungen mit einbezogen werden.

Besonderes Augenmerk verdienen Biegeglieder mit geknicktem Zuggurt, die auf der "Innenseite" auf Zug beansprucht werden. Die aus der Umlenkung der Druckgurtkräfte resultierenden Abtriebskräfte sind Zugkräfte und daher durch Bewehrung aufzunehmen, um ein Absprengen der außenliegenden Ecke zu verhindern. Die Zuggurtkräfte können i. a. nicht durch eine durchlaufende Bewehrung aufgenommen werden, sondern erfordern einen "Stoß" im Knickbereich mit einer sich kreuzenden Bewehrungsanordnung, die zugleich eine einwandfreie Verankerung der Bewehrungsenden gewährleisten muß.

Geringe Bauhöhen, wie sie u. a. bei geknickten Platten im Bereich der Ecken eines Schwimmbades oder Zellsilos vorkommen, bereiten naturgemäß infolge ihrer geringen Nutzhöhe besondere konstruktive Schwierigkeiten. Die

Entwicklung zu immer schlankeren Querschnitten, höheren Bewehrungsgehalten und höheren Stahlgüten sowie Erhöhungen der zulässigen Stahl- und Betonspannungen veranlaßte eine Überprüfung der bisher üblichen Bewehrungsformen, die in den zur Zeit gültigen Vorschriften, Richtlinien oder Empfehlungen anzutreffen sind.

Bei Biegegliedern mit geknicktem Zuggurt, die auf der "Außen-seite" auf Zug beansprucht werden (z. B. Anschluß Wand-Decke eines U-Bahntunnels), sind bisher Bewehrungsformen gebräuchlich, bei welchen Bewehrungsstäbe aus der Wand weit in das Deckenfeld hineinreichen, um das Eckmoment abzudecken. Eine Bewehrungsführung dieser Art ist bei der Bauausführung sehr hinderlich; praxisgerechter und ausführungsfreundlicher wäre ein Vollstoß der Wand - Deckenbewehrung im Bereich der Ecke.

Im Rahmen des vom "Deutschen Ausschuß für Stahlbeton" finanzierten Forschungsvorhabens "Bewehrungsführung in Rahmenecken" wurden am Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der Technischen Universität Braunschweig 9 Versuche in natürlicher Größe durchgeführt mit dem Ziel, wirkungsvolle und praxisgerechte Lösungen für typische Bewehrungsaufgaben der hier in Frage stehenden Art zu finden.

2. Dehnungs- und Spannungsverteilung im Eckbereich

Abbildung 1 zeigt die Verformungen einer Rahmenecke unter positiver Momentenbeanspruchung anhand eines "Gummimodells" mit Quadratraster.

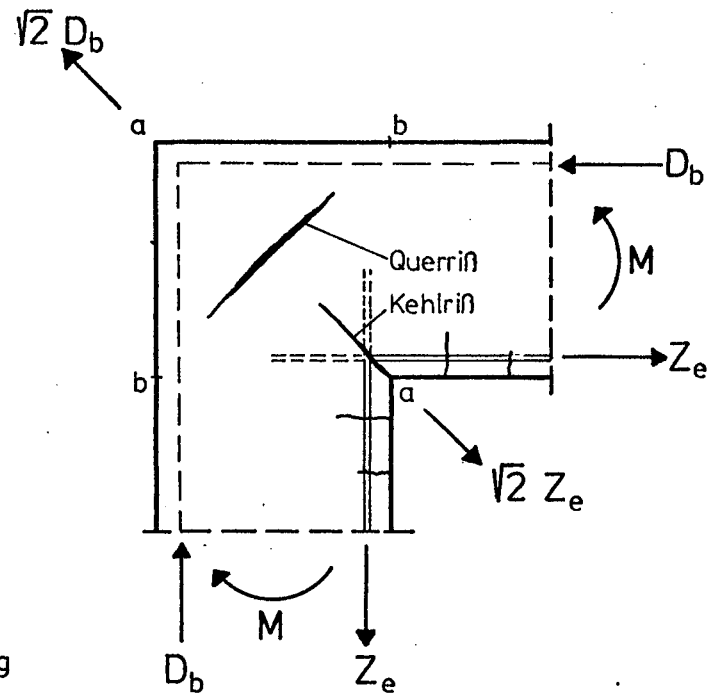
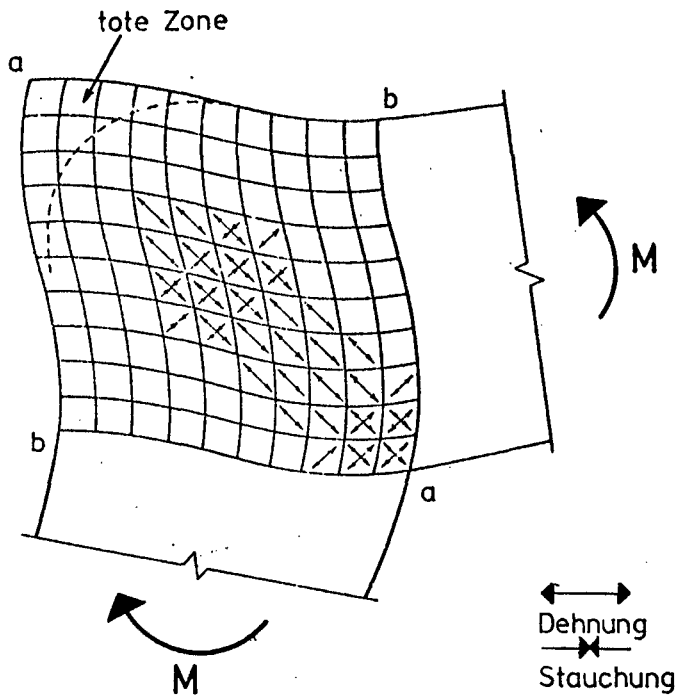


Abb. 1 Verformungsmodell

Abb. 2 Erwartete Rißbildung
unter pos. Momenten-
belastung

Wie sich aufgrund des Verformungsmodells ergibt, wird bei einer bewehrten Stahlbeton-Rahmenecke unter einer derartigen Beanspruchung zuerst ein Kehlriss auftreten, der der Diagonale a - a folgt. Die aus der Umlenkung von D_b und Z_e resultierenden Zugkräfte $2 Z_e$ und $2 D_b$ können zu einem Riß in Richtung der Diagonalen b - b führen, der ein plötzliches Versagen der Ecke zur Folge hätte (Abb. 2).

Analog zu dem Verformungsmodell nach Abb. 1 läßt eine Rahmenecke unter negativer Momentenbeanspruchung eine starke Druckspannungskonzentration im Bereich der einspringenden Ecke und bei Überschreitung der Betonzugfestigkeit einen Riß entlang der Diagonale a - a erwarten, der zu einer weiteren Einschnürung der Biegedruckzone und zum Versagen der Rahmenecke führt (Abb. 3).

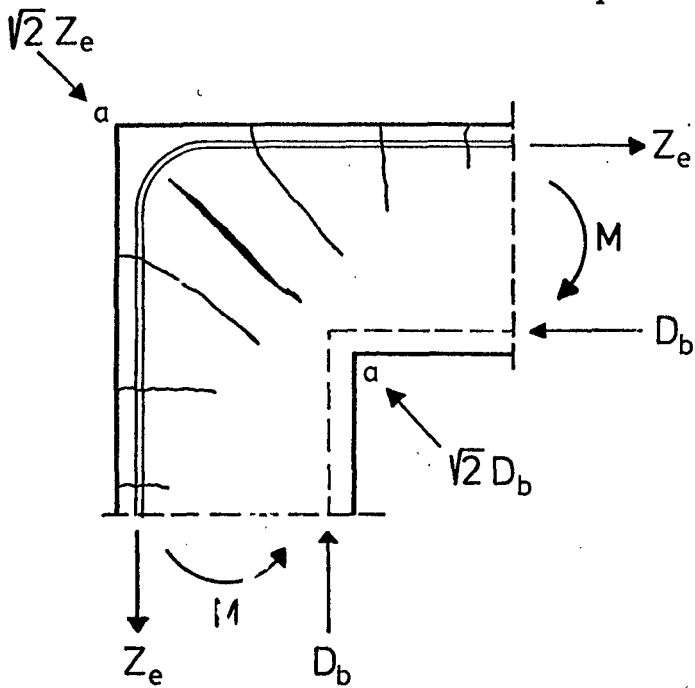


Abb. 3

Erwartete Rißbildung unter neg. Momentenbelastung

Die nach der Elastizitätstheorie ermittelten Spannungsverteilungen im Eckbereich gelten für den Stahlbetonbau nur im ungerissenen Zustand (Zustand I). Sie liefern dennoch einige Anhaltspunkte über das Tragverhalten und geben Hinweise auf eine wirkungsvolle Bewehrungsführung.

Die folgenden Abbildungen zeigen qualitativ die Spannungsverläufe im Eckbereich einer Rahmenecke mit einem Knickwinkel von 90° unter pos. bzw. neg. Momentenbelastung.

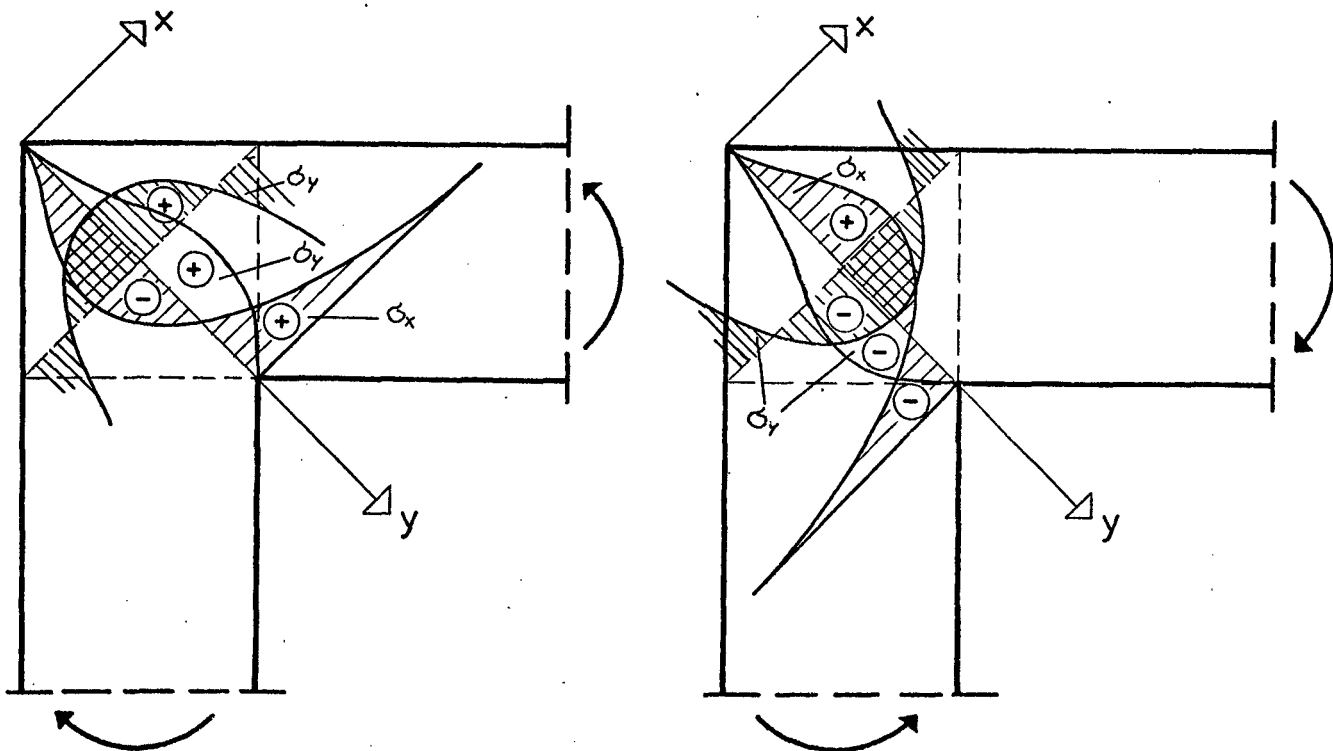


Abb. 4 Spannungsverläufe im Eckbereich

3. Versuchsprogramm

Es wurden zunächst 6 Versuche an Rahmenecken unter positiver Momentenbeanspruchung durchgeführt (V1 - V6).

Die äußeren Abmessungen der Versuchskörper sowie Form und Anzahl der Bewehrungsstäbe sind aus den Anlagen 1-6 ersichtlich.

Wie Vorversuche und die Auswertung der Literatur ergaben, erfüllen alle bisher üblichen Bewehrungsformen (vergl. Abb. 5) nicht die in sie gesetzten Erwartungen. Ihr Wirkungsgrad liegt unter 1,0; die mit solchen Bewehrungsformen im Versuch erzielten Bruchschnittgrößen sind kleiner als die rechnerischen Bruchschnittgrößen.

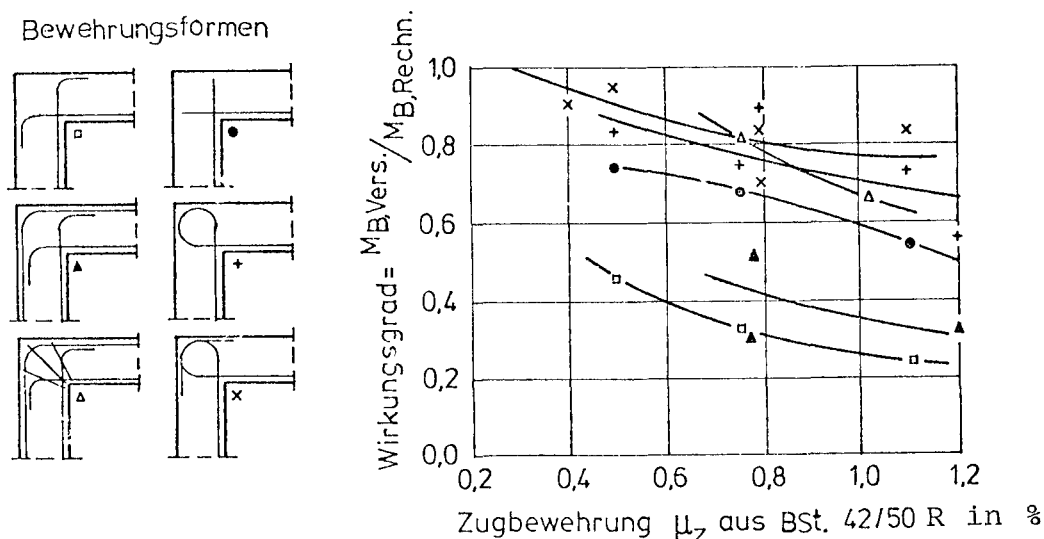


Abb. 5 Gebräuchliche Bewehrungsformen und deren Wirkungsgrad bei 90°-Rahmenecken unter positivem Moment (Zugzone "innen").
Versuche von Nilsson [1] und Taylor [2]

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sollten Versuchskörper mit herkömmlicher Bewehrungsführung (V1) und Versuchskörper mit Bewehrungsformen unter Verwendung schlaufenartiger Stöße in Verbindung mit Schrägstäben, wie sie in eigenen Vorversuchen erprobt [6] und vor kurzem von Nilsson [1] vorgeschlagen wurden, untersucht werden (V2 - V6, s. Anlage 1 - 6).

Diese Versuchskörper waren unter 90° geknickte Balken ($d = 40 \text{ cm}$, $b = 25 \text{ cm}$ bzw. $d = 44 \text{ cm}$, $b = 34,5 \text{ cm}$), wie sie als Rahmenecken zur Anwendung kommen.

Weiterhin wurde mit der gleichen schlaufenförmigen Bewehrungsführung ein plattenartiger, geknickter Versuchskörper ($d = 15 \text{ cm}$, $b = 100 \text{ cm}$) unter positiver Momentenbeanspruchung untersucht (V8, Anlage 9).

Die Wirkungsweise der Schlaufenbewehrung soll im folgenden kurz erläutert werden:

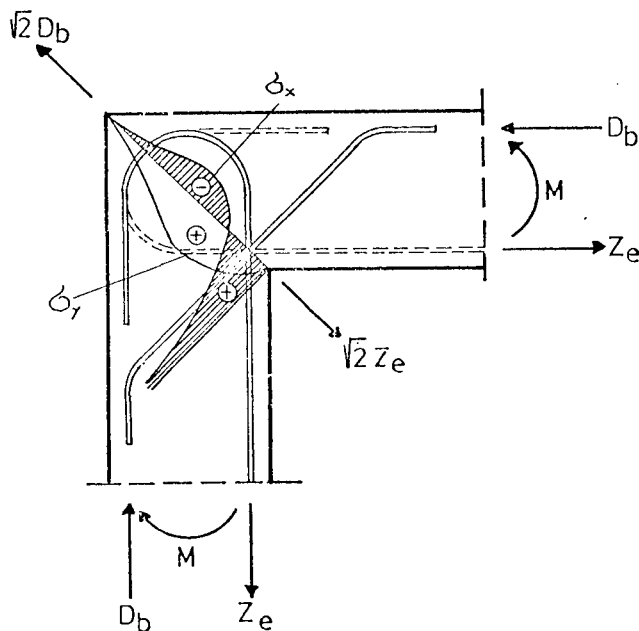


Abb. 6 Zustand I

Im Zustand I folgt die Spannungsverteilung der Elastizitätstheorie (vgl. Abb. 4). Die inneren Schnittgrößen werden von Beton und Stahl gemeinsam aufgenommen.

Bei Gebrauchslast (Zustand IIa) bilden sich Risse in der Betonzugzone. Die Zugkräfte werden gänzlich auf die Bewehrungsstäbe übergeleitet. Der Kehlriß gabelt sich; die beiden Äste verlaufen annähernd senkrecht zur Eckdiagonalen.

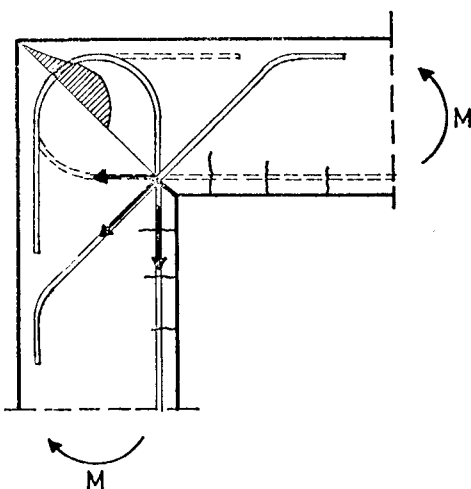


Abb. 7 Zustand IIa

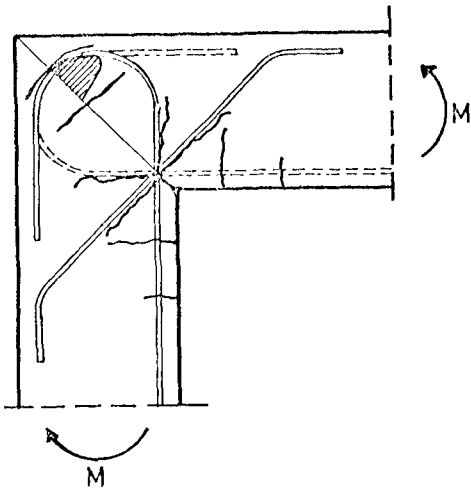


Abb. 8 Zustand II b

Im Zustand II b entstehen Querrisse innerhalb der Schlaufen und schließlich entlang der äußeren Krümmung der Hauptbewehrung. Als Folge dieses Rißverlaufes konzentriert sich die Biegedruckzone innerhalb der Schlaufen. Die Schlaufen der Hauptbewehrung umfassen das Druckgebiet und nehmen zugleich die Umlenkkräfte auf.

Ihre Zugkräfte werden durch Haftung und Verbund im geraden Verankerungsbereich und im Anfangsbereich der Schlaufe auf den Beton abgegeben. Die Schlaufen verbinden also - ähnlich wie Bügel - Druck- und Zugzone und nehmen zugleich auch die Spannung σ_y aus der Umlenkung auf.

Als Tastversuche, auch im Hinblick auf die Neufassung von DIN 1045 Abschn. 18, sollten außerdem zwei Versuchskörper unter negativer Momentenbelastung geprüft werden. V7 (Anlage 7) stellt eine sehr hohe Rahmenecke ($d = 90$ cm, $b = 25$ cm) mit außen durchgeführter Bewehrung und zusätzlichen Längsstäben in der Zugzone (nach DIN 1045, 21.1.2) dar. Mit dem Versuchskörper V9 ($d = 60$ cm, $b = 84$ cm) sollte schließlich eine aus plattenartigen Bauteilen gebildete Ecke - z. B. Wand-Decke eines U-Bahntunnels - untersucht werden. Die Ecke wurde praxisgerecht (Wand stehend, Decke liegend) mit einer Arbeitsfuge in U. K. Decke betoniert (vergl. Kap. 4). Die außen liegenden Bewehrungsstäbe wurden im Eckbereich gestoßen, so daß keine Anschlußstäbe, die sich bei der Bauausführung als sehr hinderlich erweisen, aus der Wand in das Deckenfeld hineinreichen.

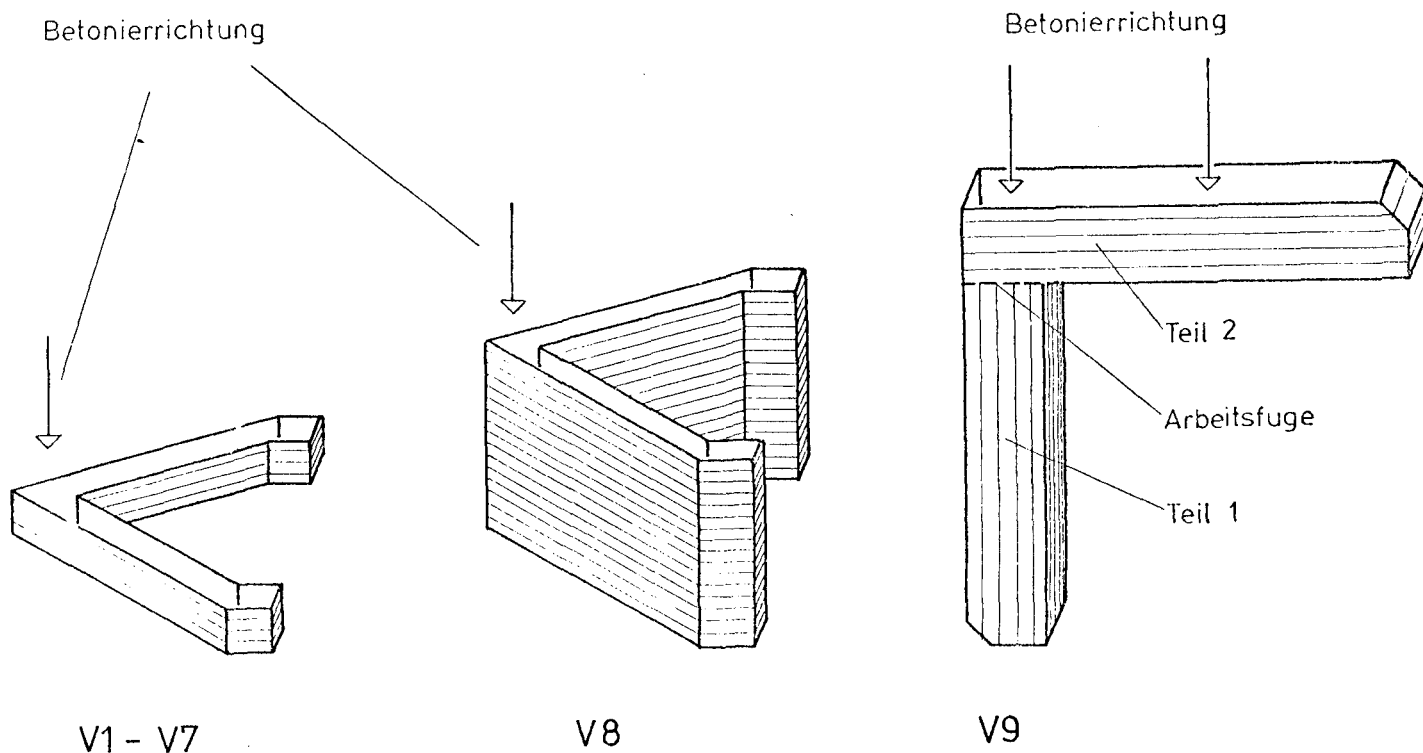
4. Baustoffe und Herstellung

Für alle Versuchskörper wurde Portlandzement PZ 350 F (Teutonia) verwendet. Die Normendruckfestigkeit lag zwischen 45,9 und 54,8 N/mm².

Die Zuschlagstoffe (größtenteils Kies aus Sonnenberg bei Braunschweig) wurden nach Korngruppen getrennt zugegeben. Die Sieblinien der Zuschlagstoffe sind dem Anhang zu entnehmen.

Zusammen mit den Versuchskörpern wurden jeweils eine Anzahl von Probewürfeln ($20 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3$) und Zylindern ($\varnothing 15 \text{ cm}$, $l = 30 \text{ cm}$) hergestellt, die gleichzeitig mit den Versuchskörpern geprüft wurden. Den Anlagen 11 und 12 sind die Betonzusammensetzung sowie die gemessenen Frisch- und Festbetoneigenschaften zu entnehmen.

Bei allen 9 Versuchen wurde Betonrippenstahl BSt 42/50 RK (IIIK) verwandt. Die in Zugversuchen ermittelten Festigkeitseigenschaften der Stähle sind auf Anlage 13 zusammengestellt. Als Schalung wurden Betonplanplatten verwendet. Die Versuchskörper V1 - V8 wurden liegend betoniert. V9 wurde stehend in zwei Abschnitten wie z. B. Wand und Decke eines U-Bahntunnels, betoniert. Um die in der Praxis erforderliche Arbeitsfuge auch im Versuch zu erhalten, wurde zuerst Teil 1 bewehrt und bis zur Arbeitsfuge betoniert. Drei Tage später wurde Teil 2 bewehrt und anbetoniert.



V1 - V7

V8

V9

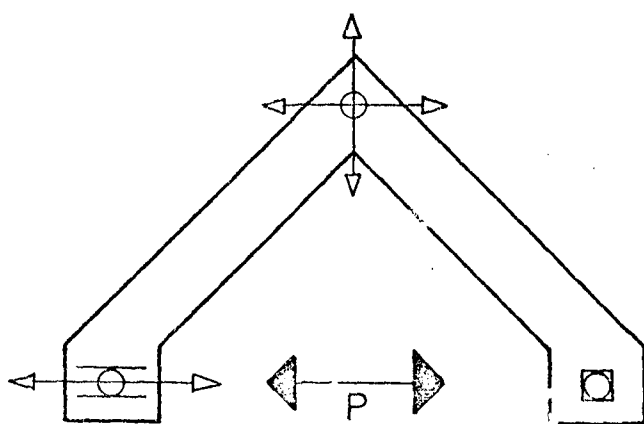
Abb. 9 Betonierrichtung der Versuchskörper

Die Betonverdichtung erfolgte bei allen Versuchskörpern durch Innenrüttler. Zwei Tage nach dem Betonieren wurden die Körper ausgeschalt, bis zum 7. Tag unter feuchten Tüchern und anschließend bis zur Prüfung in einer Prüfhalle bei ca. 20°C gelagert.

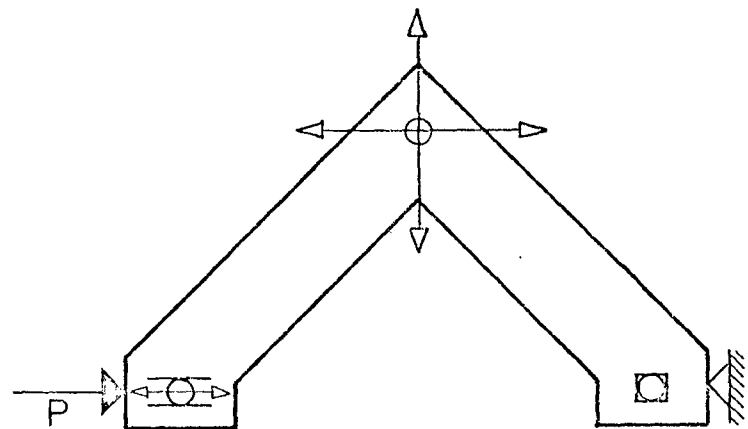
5. Versuchsdurchführung

5.1 Versuchseinrichtung

Die Versuchskörper wurden an den freien Schenkeln und im Eckbereich auf Stahlkugeln (bzw. Rollen) gelagert und liegend geprüft. Durch eine entsprechende Führung der Stahlkugeln wurden die Bewegungsmöglichkeiten der freien Schenkel und des Eckbereiches festgelegt (s. folgende Abb.). Die Lasteintragung erfolgte horizontal auf die freien Schenkel durch eine 200 kN-Pressen bei den Versuchskörpern V1 - V6 und V8, 500 kN-Pressen bei V7 und 1000 kN-Pressen bei V9.

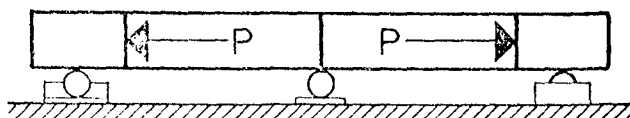


Grundriss



Grundriss

V7, entspr. V9

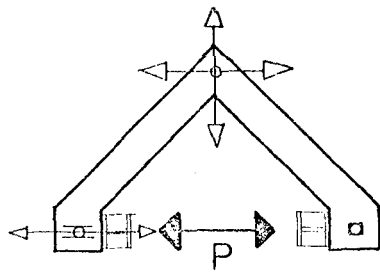


Aufriss

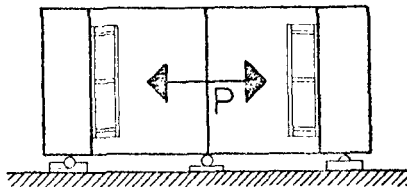
V1 - V6

Abb. 10 a

Bewegungsmöglichkeiten der Versuchskörper



Grundriss



Aufriss

V 8

Abb. 10 b

Bewegungsmöglichkeiten der Versuchskörper

Durch die Krafteintragung jeweils unter 45° zu den Schenkeln wurden die Versuchskörper gleichzeitig durch ein Moment und eine Zugkraft (V1 - V6, V8) bzw. Druckkraft (V7, V9) beansprucht.

5.2 Laststufen und Messungen

Die Belastung wurde in einzelnen Stufen von etwa $1/10$ der Bruchlast aufgebracht, wobei z. T. Zwischenlaststufen eingeschaltet wurden. Um den Einfluß wiederholter Be- und Entlastungen auf das Verformungs- und Risseverhalten der Versuchskörper zu untersuchen, wurden Lastwechsel gefahren, wobei als Obergrenze i. a. die 1,1-fache Gebrauchslast gewählt wurde (vergl. Versuchsprotokolle).

Bei jeder Laststeigerung wurden folgende Messungen durchgeführt:

- Stahldehnungen mit auf den Bewehrungsstäben aufgeklebten elektrischen Dehnmeßstreifen, Meßlänge 20 mm, Ablesegenauigkeit 0,002 %.
- Betondehnungen auf den Innen- und Außenseiten der Schenkel sowie im Anschnitts- und Knickbereich mit mechanischen Setzdehnungsmessern mit einer

Meßlänge 100 mm, Ablesegenauigkeit	$1/1000$ mm
" 200 mm, "	$1/500$ mm
" 500 mm, "	$1/500$ mm

bzw. zusätzlich elektrische Betondehnmeßstreifen
(V7, V8, V9), Ablesegenauigkeit $1/1000$ %

- Änderung des Abstands der freien Schenkel gemessen mit einem Rollengerät, Ablesegenauigkeit $1/10$ mm
- Rißbreiten mit Meßmikroskopen, Ablesegenauigkeit $2/100$ mm
- Biegelinie (V7, V8, V9) gemessen mit
Setzdehnungsmesser 200 mm, Ablesegenauigkeit $1/500$ mm
" 500 mm, " $1/500$ mm
induktiver Wegaufnehmer, " $1/1000$ mm
Rollengerät, " $1/10$ mm
- Änderung des Knickwinkels mit Meßuhren,
Ablesegenauigkeit $1/100$ mm

Lage und Bezeichnung der Meßstellen ist jeweils bei der Darstellung der Meßwerte angegeben.

6. Rechenwerte

Die Wirksamkeit einer Bewehrungsführung wird durch den Vergleich der im Versuch gemessenen Bruchschnittgrößen mit den entsprechenden rechnerischen Werten nachgewiesen. Als maßgebende Querschnitte gelten hier die sog. Anschnitte. Eine Bemessung etwa in der Diagonalen des Knickbereiches ist in der Praxis nicht üblich und wird daher nicht zur Beurteilung herangezogen.

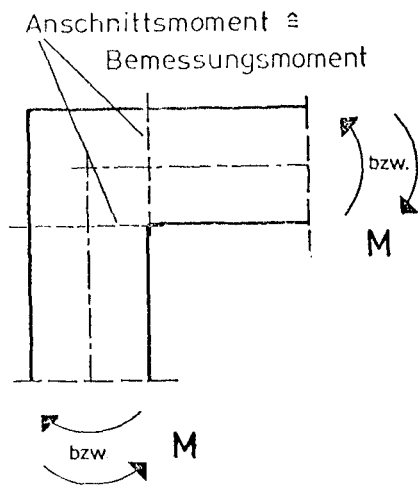


Abb. 11

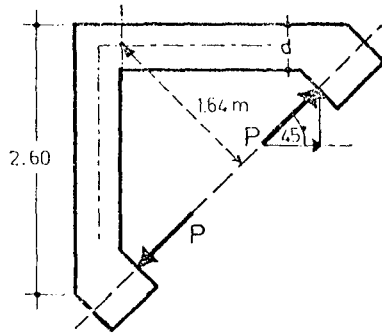
Maßgebender Bemessungs-
querschnitt

6.1 Versuchsschnittgrößen

Die Momenten- und Normalkraftbelastung am Anschnitt, die sich aus der Pressenlast ergab, wurde entsprechend der folgenden Übersicht ermittelt und in den Tabellen 1 und 2 den rechnerischen Werten gegenübergestellt.

VERSUCHSSCHNITTGRÖSSEN

Übersicht zu S.12

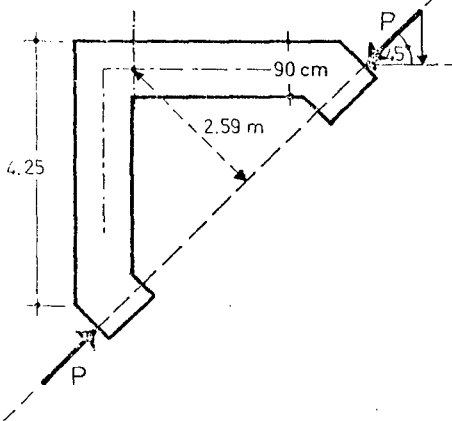


$$M_{U,V} = 1,64 P_{U,V}$$

$$N_{U,V} = +0,707 P_{U,V}$$

$$M_{eU,V} = 1,64 P_{U,V} - 0,707 P_{U,V} (h - d/2)$$

V1 - V6

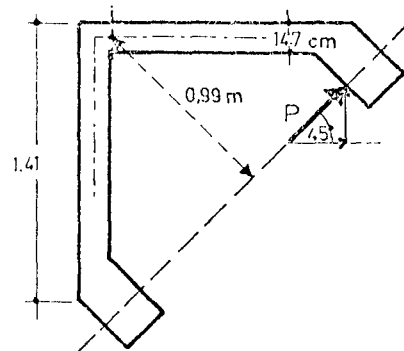


$$M_{U,V} = 2,59 P_{U,V}$$

$$N_{U,V} = -0,707 P_{U,V}$$

$$M_{eU,V} = 2,59 P_{U,V} + 0,707 P_{U,V} (h - d/2)$$

V7

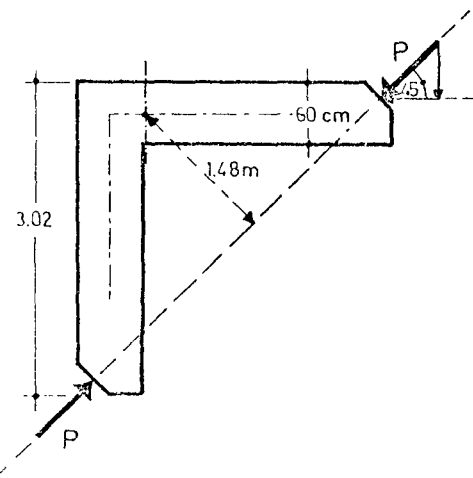


$$M_{U,V} = 0,99 P_{U,V}$$

$$N_{U,V} = +0,707 P_{U,V}$$

$$M_{eU,V} = 0,99 P_{U,V} - 0,707 P_{U,V} (h - d/2)$$

V8



$$M_{U,V} = 1,48 P_{U,V}$$

$$N_{U,V} = -0,707 P_{U,V}$$

$$M_{eU,V} = 1,48 P_{U,V} + 0,707 P_{U,V} (h - d/2)$$

V9

6.2 Rechnerische Schnittgrößen

Die rechnerischen Bruchschnittgrößen wurden mit Hilfe des "Allgemeinen Bemessungsdiagrammes" (DAfStb Heft 220) errechnet.

Die zulässige Gebrauchslast wurde aus der theoretischen Bruchlast mit dem Sicherheitsbeiwert 1,75 ermittelt.

Es wurde die im Versuch tatsächlich vorhandene Betondruckfestigkeit der Versuchskörper berücksichtigt und der Berechnung der Bruchschnittgrößen zugrundegelegt.

Die Abminderung der Prismendruckfestigkeit gegenüber der Würfeldruckfestigkeit wurde durch den Rechenwert der Betondruckfestigkeit $\beta_R = 0,85 \beta_w$ erfaßt, da die Versuchsdauer nur einige Stunden betrug und somit der Einfluß der Dauerstandfestigkeit außer Ansatz bleiben kann.

Im einzelnen wurden der Berechnung der Bruchschnittgrößen folgende Annahmen zugrundegelegt:

V1 - V6: Stahl: BSt 42/50 RK (IIIK)

Die Rechenwerte für den Betonstahl wurden DIN 1045 entnommen

$$\sigma_{eU} = \beta_s = 420 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_e^* = \sigma_{eU}/1,75 = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Beton: } \beta_R = 0,85 \cdot \beta_w$$

Die bei einem Versuch (V1) eingelegte Druckbewehrung blieb bei der Berechnung der Bruchschnittgrößen unberücksichtigt.

$$m_{eU} = \frac{M_{eU}}{b \cdot h^2 \cdot \beta_R} \rightsquigarrow k_z$$

$$\text{vorh } F_e = \frac{1}{\sigma_{eU}} \cdot \left(\frac{M_{eU}}{k_z \cdot h} + N_U \right)$$

$$\rightsquigarrow M_{eU,R} ; M_{U,R} ; N_{U,R} ; P_{U,R} \text{ gem. 6.1}$$

V7: Stahl: BSt 42/50 RK (IIIK)

$$\sigma_{eU} = 408,9 \text{ N/mm}^2 \text{ (s. Anl. 13)}$$

$$\sigma_e^* = \frac{408,9}{1,75} = 233,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Beton: } \beta_R = 0,85 \cdot \beta_w = 25,5 \text{ N/mm}^2 \text{ (s. Anl. 12)}$$

Druckbewehrung bleibt unberücksichtigt

$$\text{vorh } F_e = 31,4 \text{ cm}^2 = \frac{1}{408,9} \left(\frac{M_{eU}}{k_z \cdot h} - N_u \right)$$

$$M_{eU,R} ; M_{U,R} ; N_{U,R} ; P_{U,R} \text{ gem. 6.1}$$

V8: Stahl: BSt 42/50 RK (IIIK)

$$\sigma_{eU} = 450,5 \text{ N/mm}^2 \text{ (s. Anl. 13)}$$

$$\sigma_e^* = \frac{450,5}{1,75} = 257,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Beton: } \beta_R = 0,85\beta_w = 33,9 \text{ N/mm}^2 \text{ (s. Anl. 12)}$$

$$\text{vorh } F_e = 11,3 \text{ cm}^2 = \frac{1}{450,5} \left(\frac{M_{eU}}{k_z \cdot h} + N_U \right)$$

$$M_{eU,R} ; M_{U,R} ; N_{U,R} ; P_{U,R} \text{ gem. 6.1}$$

V9: Stahl: BSt 42/50 RK (IIIK)

$$\sigma_{eU} = 447,3 \text{ N/mm}^2 \text{ (s. Anl. 13)}$$

$$\sigma_e^* = \frac{447,3}{1,75} = 255,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Beton: } \beta_R &= 0,85\beta_w = 0,85 \frac{(42,0+39,8)}{2} \text{ (s. Anl. 12)} \\ &= 34,8 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Druckbewehrung bleibt unberücksichtigt

$$\text{vorh } F_e = 36,9 \text{ cm}^2 = \frac{1}{447,3} \left(\frac{M_{eU}}{k_z \cdot h} - N_U \right)$$

$$M_{eU,R} ; M_{U,R} ; N_{U,R} ; P_{U,R} \text{ gem. 6.1}$$

7. Versuchsergebnisse

Die genauen Abmessungen der Versuchskörper, die Bewehrungsführung, die im Versuch erreichten Riß- und Bruchlasten sowie die rechnerisch ermittelten Werte sind auf den Tabellen 1 u. 2 zusammengestellt.

7.1 Versuchskörper V1

Die Bewehrungsführung dieses Versuchskörpers (Anlage 1) wird zum Teil heute noch in Veröffentlichungen und Richtlinien des In- und Auslandes empfohlen. Trotz der eingebauten Schrägbewehrung ($F_{es} = 0,5 F_e$) zur Verminderung des Kehlrisse (s. Abb. 2) und trotz der im Eckbereich vorhandenen Schrägbügel zur Aufnahme der Zugspannungen σ_y (s. Abb. 2 u. 4), betrug das im Versuch ermittelte Bruchmoment $M_{U,V}$ nur 66 % des rechnerischen Bruchmomentes $M_{U,R}$. Schon bei ~ 40 % der errechneten Tragfähigkeit der Rahmen-ecke bildeten sich Querrisse (s. Anlage 32). Die vorhandenen Schrägbügel verhinderten ein Versagen durch plötzliches Absprengen der äußeren Ecke, erst als sich ein Querriß ungef. 2 mm weit geöffnet hatte, konnte die Rahmenecke keine Last mehr aufnehmen. Die Rißbreiten der übrigen Risse mit Ausnahme des Kehlrisse sind im Bereich der Gebrauchslast kleiner als 0,20 mm (Anl. 30 u. 31). Die im Anschlußbereich gemessenen Stahldehnungen (Anl. 24) zeigen, daß die Hauptbewehrung nicht bis zum Fließen beansprucht worden ist. Auch die auf den Innen- und Außenseiten der Schenkel gemessenen Betonverformungen (Anl. 27 u. 28) sind kleiner als 2 %. Wie schon das Rißbild erwarten läßt, wurden infolge der Zugspannung σ_y die Schrägbügel im Eckbereich stark gedehnt (s. Anlage 26). Zur wirksamen Aufnahme dieser Spannungen hätten hier mehr und enger liegende Bügel eingebaut werden müssen. Anlage 29 zeigt die auf der Oberseite der Ecke in Richtung des Schrägstabes gemessenen Betonverformungen. Die größten Werte wurden über dem Kehlriß (Meßstelle 3) gemessen.

7.2 Versuchskörper V2 bis V6

Die Bewehrungsführung dieser Versuchskörper ist den Anlagen 2 bis 6 zu entnehmen. Grundsätzlich sollte ein schlaufenartiger Stoß der Hauptbewehrung in Verbindung mit Schrägstäben untersucht werden. Variiert wurden in dieser Versuchsreihe der Bewehrungsgehalt ($\mu = 0,72$ bis $1,0 \%$), Lage und Anzahl der Schrägbügel im Eckbereich, der prozentuale Anteil der Schrägbewehrung an der Hauptbewehrung ($F_{es} = 0,61$ bis $0,30 F_e$) und die Betongüte ($\beta_w = 28,1$ bis $44,9 \text{ N/mm}^2$) (vgl. Tab. 1). Bei allen Versuchen konnten die jeweils rechnerisch ermittelten Bruchschnittgrößen überschritten werden. Es hat sich gezeigt, daß auch bei einem Bewehrungsgehalt von 1% Schrägbügel im Eckbereich, die ohnehin in der Praxis schwer einzubauen sind, bei dieser Bewehrungsführung nicht erforderlich sind.

Versuchskörper V2

Versagen dieses Versuchskörpers trat bei 130% der rechnerischen Bruchlast durch Versagen der Betondruckzone ein. Trotz der hohen Belastung traten keine Querrisse auf (s. Anlage 38). Bei rechnerischer Bruchlast betrug die im Anschnitt gemessene mittlere Stahldehnung der Hauptbewehrung (Meßstelle III, Anlage 33) rund $2,5 \%$. Die Tragfähigkeit des Stahls ist also bis in den Fließbereich ausgenutzt. Nicht voll ausgelastet war die Tragfähigkeit der Schrägstäbe ($F_{es} = 0,61 F_e$). Bei rechnerischer Bruchlast wurde eine mittlere Stahldehnung von $1,1 \%$ gemessen. Wegen dieser geringen Ausnutzung der Schrägstäbe blieb die Rißweite des Kehltrisses (Anlage 38) aber relativ gering (vgl. V5 u. V6). Die auf den Innen- und Außenseiten der Schenkel gemessenen Werte der Betonverformung sind den Anlagen 35 und 36 zu entnehmen. Anlage 37 zeigt die auf der Eckdiagonalen gemessenen Werte der Betonverformung.

Versuchskörper V3

Auch dieser Versuchskörper versagte (bei 132 % der rechn. Bruchlast) durch einen Druckbruch ohne Auftreten von Querrissen (s. Anlage 45). Die Ursache hierfür dürfte in den 4-schnittigen Bügeln zu suchen sein, die konzentriert im Eckbereich angeordnet waren. Die Stahldehnung der Hauptbewehrung (gemessen am Anschnitt) betrug bei rechnerischer Bruchlast genau 2 % (Anlage 40). Die Meßwerte der Betonverformung sind auf den Anlagen 42 bis 44 dargestellt.

Versuchskörper V4

Obwohl bei diesem Versuchskörper (Bewehrungsgehalt 0,8 %) keine Bügel im Eckbereich eingebaut waren, konnte die rechnerische Bruchlast im Versuch um 14 % überschritten werden. Bei einer Belastung von 68 % der rechnerischen Bruchlast, trat der erste Querriß auf. Weitere schlagartig aufgetretenen Querrisse führten schließlich zum Abdrücken der Betondeckung im Druckbereich eines Schenkels und damit zum Versagen des Körpers (s. Anlage 52 u. 53). Die gemessenen Stahldehnungen entsprechen den Meßwerten von Versuch V 2 (s. Anlage 47). Auch bei den Betonverformungen (Anl. 49, 50 und 51) ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede zu den vorherigen Versuchen.

Versuchskörper V5

Der Bewehrungsgehalt wurde bei diesem Versuchskörper auf 1 % erhöht und Schrägbügel im Eckbereich eingebaut. Gleichzeitig wurde der Anteil der Schrägbewehrung auf 30 % der Hauptbewehrung reduziert (s. Tab. 1). Die Schrägbügel hatten zur Folge, daß Querrisse später als bei V4 auftraten (bei ~90 %), dafür zahlreicher aber mit geringeren Rißweiten. Die hohe Auslastung der Schrägstäbe brachte eine weite Öffnung des Kehltrisses mit sich. Sie betrug bei Gebrauchslast ungefähr 0,5 mm und bei rechnerischer Bruchlast ungefähr 1 mm (s. Anlage 55). Stahldehnungen wurden nicht und Betonverformungen nur auf der Eckdiagonalen (s. Anlage 54) gemessen. Versagen trat bei $M_{U,V}/M_{U,R} = 140$ % durch Abdrücken der äußeren Ecke entlang der Bewehrungsstäbe ein.

Versuchskörper V6

Abmessungen und Bewehrungsführung dieses Versuchskörpers entsprechen V5. Es wurden lediglich die Schrägbügel im Eckbereich weggelassen. Trotz fehlender Schrägbügel traten Querrisse erst bei rund 91 % der rechnerischen Bruchlast auf (s. Anlage 64). Wegen der hohen Auslastung der Schrägstäbe öffnete sich der Kehlriß entsprechend V5 relativ weit (Anlage 62). Die mittlere Dehnung der Schrägstäbe im Bereich des Kehlrisse betrug unter rechnerischer Bruchlast 3,5 ‰ (s. Anlage 57). Ansonsten entsprechen die gemessenen Stahldehnungen und Betonverformungen denen der anderen Versuche.

Auf Anlage 65 ist die gegenseitige Verschiebung der Schenkelenden aufgetragen. Vermutlich wegen der Öffnung des Kehlrisse sind die Meßwerte nach den durchgeführten Lastwechseln größer als die nach Zustand II ermittelten Rechenwerte.

7.3 Versuchskörper V3

Mit diesem plattenartigen Versuchskörper ($d = 15 \text{ cm}$, $b = 100 \text{ cm}$), bei dem die Bewehrungsstäbe mit einem sehr engen Biegerollendurchmesser ($d_B = 7,2 d_e$) gebogen werden mußten und somit hohe Umlenkkräfte zu erwarten waren, konnte unter der positiven Momentenbelastung die rechnerische Bruchlast nicht ganz erreicht werden (Wirkungsgrad 93 %, s. Tab. 2). Dieses Ergebnis ist darauf zurückzuführen, daß die am Rande dieses plattenartigen Versuchskörpers angeordneten Bewehrungsstäbe trotz vorhandener Querbewehrung nicht voll bis zum Erreichen der Bruchlast mitwirkten. Unter der maximalen Versuchslast traten schlagartig Querrisse auf, die zum Versagen führten. Im Gebrauchslastbereich wurde eine Kehlrißbreite von 0,3 mm gemessen. Die übrigen Rißbreiten waren sehr gering ($\leq 0,13 \text{ mm}$; s. Anlage 85). Die Mittelwerte der gemessenen Stahldehnungen zeigen die Anlagen 77 und 78. Bei rund 85 % der rechnerischen Bruchlast wurden sowohl an der Hauptbewehrung im Anschnitt als auch an der Schrägbewehrung ($F_{es} = 0,5 F_e$) im Mittel 2 ‰ Dehnung gemessen. Die Meßwerte der Betonverformungen und der Biegelinie sind auf den Anlagen 80 bis 83 dargestellt.

7.4 Versuchskörper V7

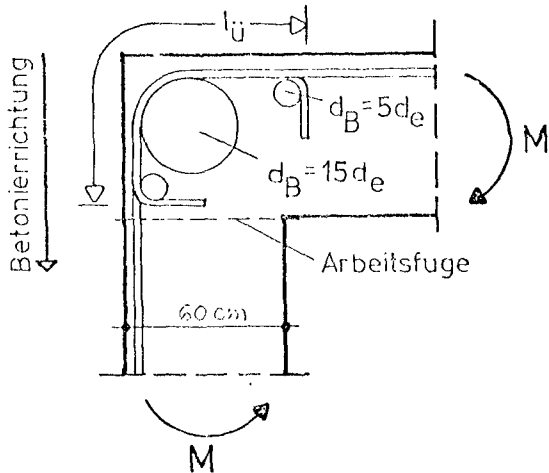
Diese sehr hohe Rahmenecke ($d = 90 \text{ cm}$; $b = 25 \text{ cm}$) unter negativer Momentenbelastung versagte bei 97 % der rechnerischen Tragfähigkeit. Die Konzentration der Zugbewehrung nahe dem äußeren Querschnittsrand (s. Anlage 7) ist zweckmäßig, weil hierdurch der größtmögliche Hebelarm der inneren Kräfte erzielt wird. Die Verteilung der Zugspannungen im Zustand I (s. Abb. 4) zeigt jedoch, daß der Angriffspunkt der resultierenden Biegezugkraft näher zur Nulllinie liegt. Dies hat zur Folge, daß sich bei derart hohen Querschnitten schon bei sehr geringen Lasten ein Diagonalriß mit größerer Weite einstellt (s. Anlage 74, 75 und 76). Durch Verteilung der Zugbewehrung auf die gesamte Zugzone kann diese ungünstige Entwicklung wirksam behindert werden (vgl. hierzu auch DIN 1045, Abschnitt 21.1.2). Die gemessenen Rißbreiten und die Rißentwicklung sind den Anlagen 74 und 75 zu entnehmen. Der Bruch trat durch starke Abplatzungen infolge der hohen Umlenkpressung ein (vgl. Foto).

Bei rund 90 % der rechnerischen Bruchlast betrug die Dehnung der Hauptbewehrung am Anschnitt 2 % (s. Anlage 66).

Die außerordentlich großen Betonverformungen gemessen auf der Eckdiagonalen und die starke Kerbwirkung im Bereich der einspringenden Ecke zeigen die Anlagen 69, 70, 71 und 72. Auf Anlage 73 ist die während des Versuchs mit Hilfe von induktiven Weggebern und einem Rollengerät gemessene Biegelinie eines Schenkels dargestellt.

7.5 Versuchskörper V9

Bei dieser Rahmenecke mit negativem Moment wurden die außen liegenden Bewehrungsstäbe im Bereich der Ecke gestoßen (vergleiche Anlage 10). Die Ecke wurden stehend - ähnlich wie Wand und Decke eines U-Bahntunnels - mit einer Arbeitsfuge (U.K. Decke, vgl. Kap. 4) betoniert. Als Übergreifungslänge der Hauptbewehrung ergab sich nach umseitig stehender Abbildung



$$l_{\ddot{u}} = 1,18 \text{ m.}$$

Diese Länge entspricht

der Neufassung von DIN 1045 § 18.

$$(l_{\ddot{u}} = k \cdot f \cdot a_0 =$$

$$= k \cdot f \cdot \frac{d_e \cdot \beta_s}{4 \cdot \text{zul } \tau_1 \cdot v} =$$

$$2,2 \cdot 0,7 \cdot \frac{2,8 \cdot 4200}{4 \cdot 22 \cdot 1,75} = 1,18 \text{ m}$$

Abb. 12

Übergreifungslänge der
Hauptbewehrung

Die Rißentwicklung und die auf der Oberfläche des Versuchskörpers gemessenen Rißbreiten sind den Anlagen 96 und 97 zu entnehmen. Die Betonierfuge blieb relativ geschlossen, während sich die Risse 6 und 3 (Betonieroberseite) sehr weit öffneten. Versagen des Körpers trat bei 103 % der rechnerischen Bruchfestigkeit durch einen Schubbruch ein. Die rechnerische Schubspannung betrug zu diesem Zeitpunkt

$$\tau_o = \frac{Q}{b_o \cdot z} = \frac{0,707 \cdot 64,4}{84 \cdot 0,9 \cdot 53,9} = 11,2 \text{ kp/cm}^2$$

Die gemessenen Stahldehnungen sind den Anlagen 87 und 88 zu entnehmen. Schon bei 80 % der rechnerischen Bruchlast wurden am Anschnitt im Mittel 2 % Dehnung gemessen. Die gemessenen Betonverformungen und die Biegelinie eines Schenkels sind auf den Anlagen 89 bis 94 dargestellt. Anlage 95 zeigt die Verschiebung der Schenkelenenden. Die Meßwertkurve nähert sich oberhalb der Gebrauchslast den rechnerischen Werten nach Zustand II. Bei 80 % der rechn. Bruchlast (Fließen der Hauptbewehrung, s. Anlage 87) werden die Meßwerte größer als die rechnerischen Werte.

7.6 Gegenüberstellung einiger Versuchsergebnisse

Die Rißbilder im Bruchzustand aller Versuchskörper zusammen mit der jeweiligen Bewehrungsführung sind auf den Anlagen 14 bis 16 noch einmal übersichtlich zusammengestellt.

Die Anlagen 17 bis 22 zeigen zum Vergleich nebeneinander-gestellt ausgewählte Meßergebnisse der Versuchskörper V1 bis V 6. Um eine Aussage über die Öffnung des Knickwinkels unter der positiven Momentenbelastung zu gewinnen, wurden im Knickbereich Verschiebungen mit Hilfe von Meßuhren gemessen.

Der Knickwinkel kann näherungsweise über die beiden Geraden g_1 und g_2 durch die Meßpunkte berechnet werden (vergl. Ab-bildung 13). Die Ergebnisse zeigt Anlage 23.

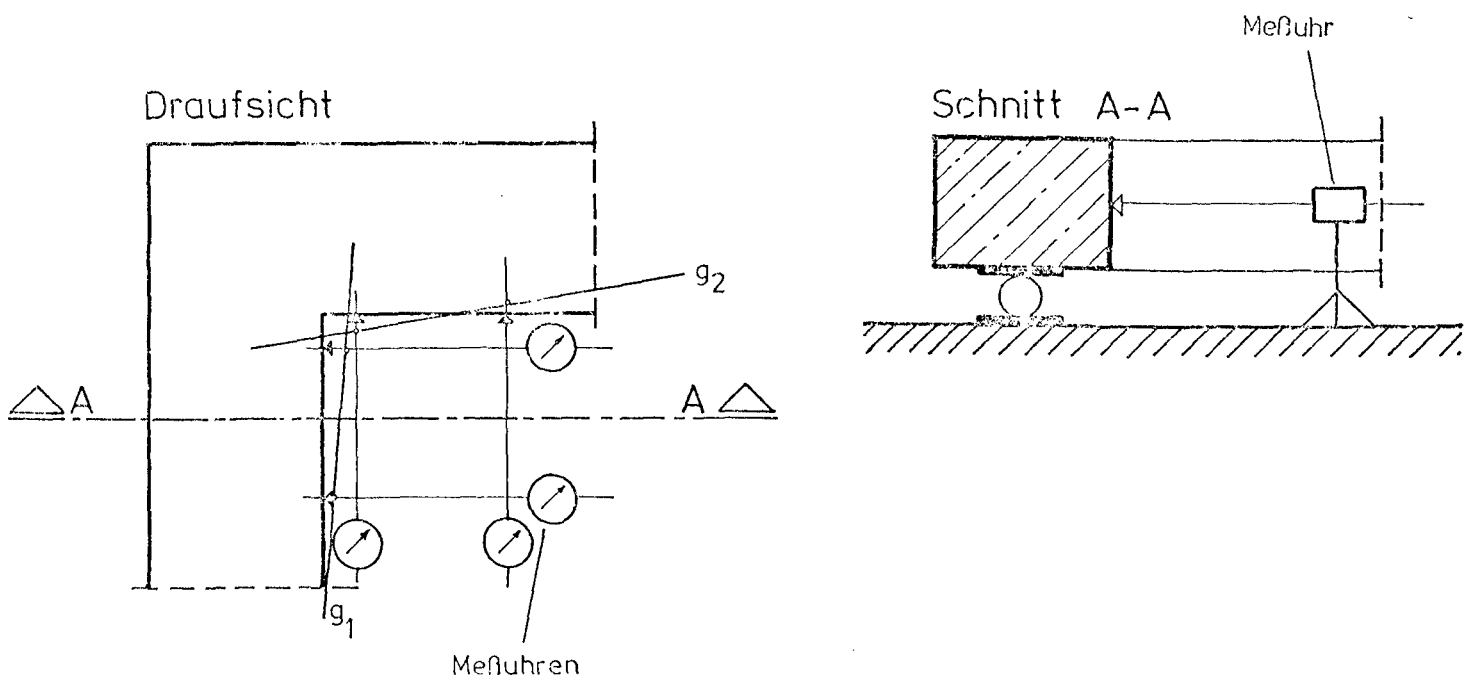
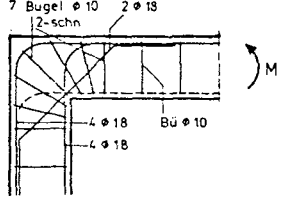
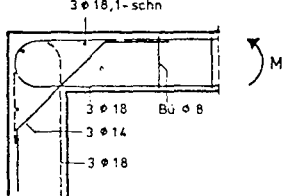
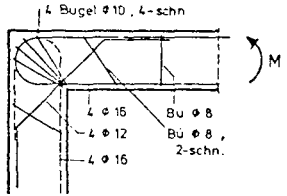
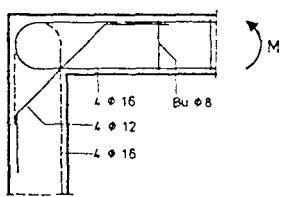
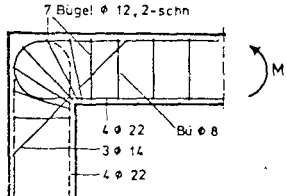
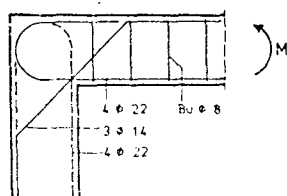
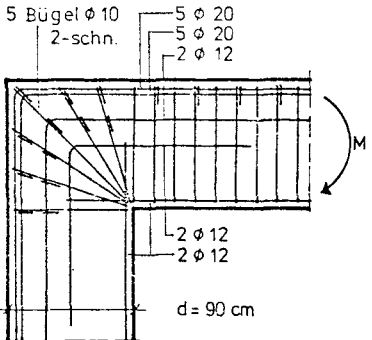
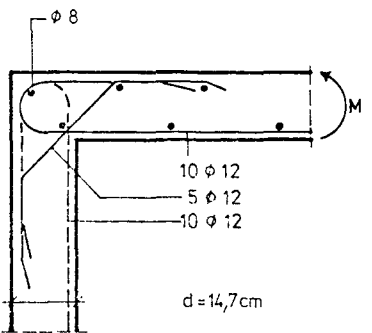
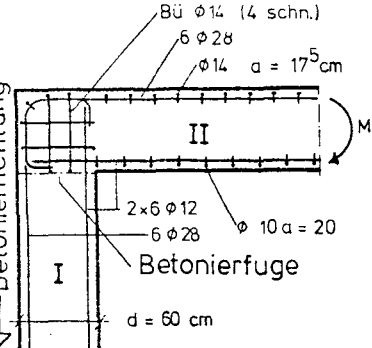


Abb. 13 Anordnung der Meßuhren im Knickbereich

Versuch	Bewehrungsführung	b d h ye [cm]	Fe $\mu(b \cdot d = 100\%)$ $\rho_s = 420\text{N/mm}^2$	Betonwür- feldruck- festigkeit B_w (N/mm ²)	V e r s u c h					R e c h n u n g						
					P_{RiB} [kN]	$P_{U,V}$ [kN]	$M_{U,V}$ [kNm]	$N_{U,V}$ [kN]	$M_{eU,V}$ [kNm]	$P_{U,R}$ [kN]	$M_{U,R}$ [kNm]	$N_{U,R}$ [kN]	$M_{eU,R}$ [kNm]	kz_z [cm]	ϵ_1 ϵ_e [%]	$\frac{M_{U,V}}{M_{U,R}}$
V1		25 40 36,6 16,6	4 Ø 18 10,2 cm ² 1,02 % $F_{es} = 0,5 F_e$	31,4 Alter: 28 Tg	10	53,7	88,1	38,0	81,8	80,8	132,5	57,1	123,1	0,909 33,3	1,6 5,0	0,66
V2		25 40 37,6 17,6	3 Ø 18 7,6 cm ² 0,76 % $F_{es} = 0,61 F_e$	28,1 Alter: 42 Tg	15	81,3	133,3	57,5	123,2	62,8	103,0	44,4	95,1	0,919 34,6	1,4 5,0	1,30
V3		28 40 36,2 16,2	4 Ø 16 8,0 cm ² 0,72 % $F_{es} = 0,56 F_e$	26,6 Alter: 28 Tg	20	83,8	137,4	59,3	127,8	63,6	104,3	45,0	97,0	0,918 33,2	1,4 5,0	1,32
V4		25 40 37,2 17,2	4 Ø 16 8,0 cm ² 0,80 % $F_{es} = 0,56 F_e$	30,7 Alter: 34 Tg	10	75,0	123,0	53,0	113,9	65,9	108,1	46,6	100,1	0,920 34,2	1,4 5,0	1,14
V5		34,5 44 40 18	4 Ø 22 15,2 cm ² 1,00 % $F_{es} = 0,30 F_e$	44,6 Alter: 13 Tg	20	187,5	307,5	132,6	283,6	133,7	219,3	94,5	202,3	0,926 37,0	1,3 5,0	1,40
V6		34,5 44 39,5 17,5	4 Ø 22 15,2 cm ² 1,00 % $F_{es} = 0,30 F_e$	44,9 Alter: 28 Tg	15	167,5	274,7	118,4	254,0	122,1	216,6	93,4	200,3	0,926 36,6	1,3 5,0	1,27

Versuch	Bewehrungsführung	b d h y _e [cm]	Fe $\mu(b \cdot d = 100\%)$ $\beta_s [N/mm^2]$	Betonwürfel- druckfestig- keit $\beta_w [N/mm^2]$	Versuch					Rechnung					ϵ_1 ϵ_e [%]	$\frac{M_{U,V}}{M_{U,R}}$
					F_{RiB} [kN]	$F_{U,V}$ [kN]	$M_{U,V}$ [kNm]	$N_{U,V}$ [kN]	$M_{eU,V}$ [kNm]	$F_{U,R}$ [kN]	$M_{U,R}$ [kNm]	$N_{U,R}$ [kN]	$M_{eU,R}$ [kNm]	$k_{\sigma z}$ [cm]		
V7		25 90 84,0 39,0	2x5 Ø 20 31,4 cm ² 1,40 % $\beta_s = 408,9$	30,0 Alter: 32 Tg	18,0	375,0	971,3	-265,1	1074,7	387,0	1002,3	-273,6	1109,0	0,848 71,2	3,0 5,0	0,97
V8		100 14,7 12,4 5,05	10 Ø 12 11,3 cm ² 0,77 % $\beta_s = 450,5$ $F_{es} = 0,5 F_e$	39,9 Alter: 28 Tg	15,0	52,3	51,8	37,0	49,9	56,5	55,9	40,0	53,9	0,924 11,5	1,35 5,0	0,93
V9		84 60 53,9 23,9	6 Ø 28 36,9 cm ² 0,73 % $\beta_s = 447,3$	Teil I: 42,0 Alter: 31 Tg Teil II: 39,8 Alter: 28 Tg	100,0	644,0	953,1	-455,3	1061,9	625,0	925,0	-442,0	1030,6	0,915 49,3	1,50 5,0	1,03

8. Bewehrungsrichtlinien für die Praxis

8.1 Rahmenecken mit positivem Moment

Abb. 14 zeigt die Bewehrungsführung einer Rahmenecke unter positiver Momentenbelastung, die aufgrund der durchgeführten Versuche empfohlen werden kann.

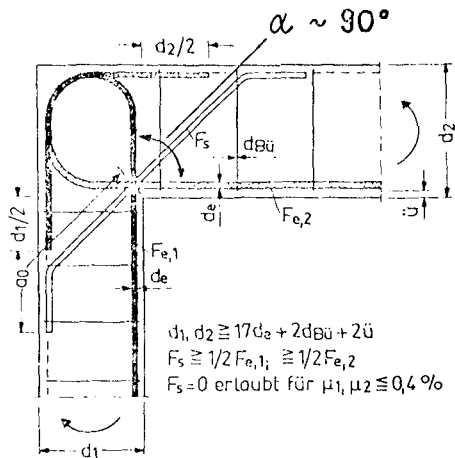


Abb. 14

Empfohlene Bewehrungsführung (BSt 42/50 R, 50/55 R) für eine 90°-Rahmenecke unter positivem Moment (Zugzone "innen").

Nur bei Bewehrungsgehalten der anschließenden Bauteile bis 0,4 % kann, wie Versuchsergebnisse gezeigt haben, auf eine Schrägbewehrung verzichtet werden.

Überschreitet der Knickwinkel etwa $\alpha = 100^\circ$, ist zur Aufnahme der Schrägbewehrung eine Voute auszubilden und die Schrägbewehrung für das gesamte umzuleitende Moment auszuliegen. Der Hebelarm der inneren Kräfte ist dem Verlauf der Biegedruckkraft im Diagonalschnitt entsprechend abzuschätzen.

Die Anordnung einer zweilagigen Bewehrung in den anschließenden Stielen bzw. Riegeln kann nicht empfohlen werden, weil dann schlaufenartige Bewehrungselemente in einer Ebene gewissermaßen ineinander liegen würden. Dies führt sicherlich zu großen Herstellschwierigkeiten und müßte darüber hinaus so hohe Querpressungen wecken, daß die Wirksamkeit dieser Verbindung herabgesetzt wird. Die Neufassung von DIN 1045, Abschnitt 18 (1978) schreibt deshalb für zweilagige Abbiegungen den 1,5-fachen Biegerollendurchmesser gegenüber einer einlagigen Bewehrung vor:

Die Auswertung der in der Literatur beschriebenen Versuche wie auch eigene Versuchserfahrungen zeigen, daß die vorbeschriebene schlaufenartige Bewehrungsführung im Bereich von Rahmenecken unter positivem Moment nur bis zu Bauhöhen von etwa 100 cm hinsichtlich ihres günstigen Verformungs- und Tragverhaltens als nachgewiesen angesehen werden kann. Unter Verwendung praxisüblicher Stabdicken entspricht diese Bauteilhöhe etwa dem 40-fachen Stabdurchmesser. Wird eine Bauteilhöhe von 100 cm deutlich überschritten und kommen gleichzeitig vergleichsweise dünne Bewehrungsstäbe zur Anwendung, erheben sich Zweifel, ob auch dann noch das bislang beobachtete günstige Tragverhalten gewahrt bleibt. Mangels entsprechender Versuchserfahrungen sind in Fällen, wo die Bauteilhöhe $d = 100$ cm überschreitet, daher die gesamten Umlenkkräfte durch Bügel oder eine gleichwertige Bewehrung aufzunehmen; diese Bügel sind im Bereich der Eckdiagonalen möglichst zu konzentrieren, um die Aufnahme der Umlenkkräfte sicherzustellen. Außerdem ist im Eckbereich entlang des gedrückten Außenrandes eine über die Querschnittsbreite verteilte Bewehrung als zusätzliche Sicherung anzuordnen, die in den anschließenden Bauteilen (Schenkeln) mit der Verankerungslänge a_0 zu verankern ist.

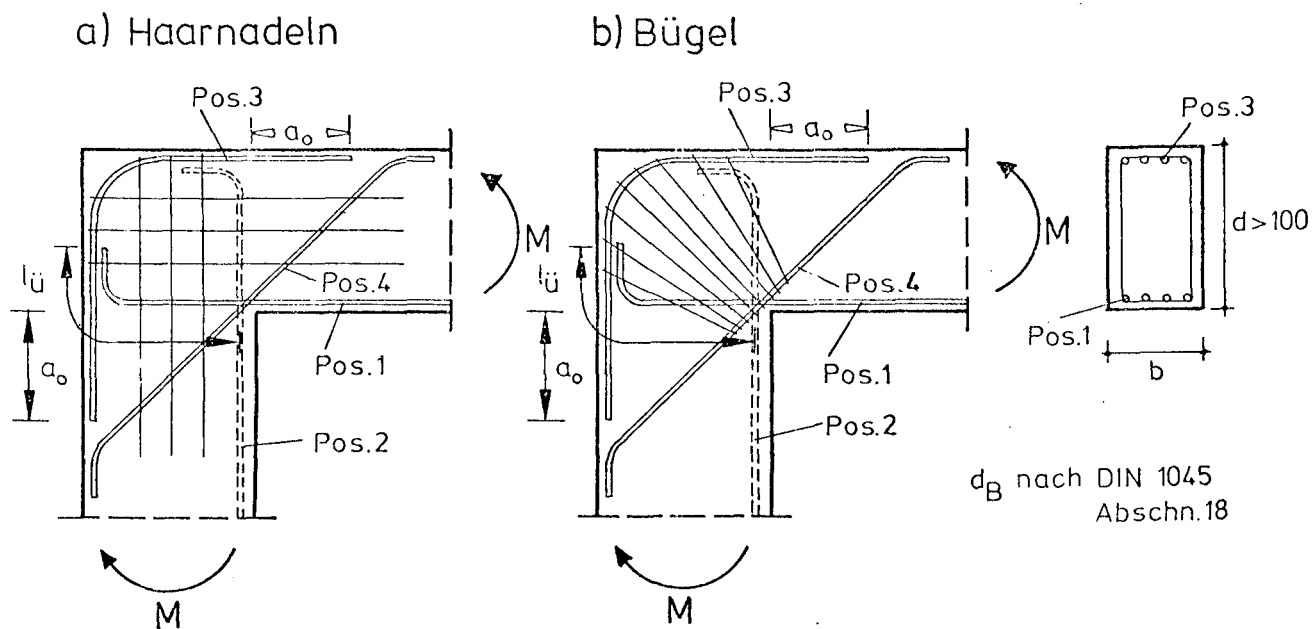


Abb. 15 Empfohlene Bewehrungsführung für eine 90°-Rahmenecke unter positivem Moment (Zugzone "innen") mit Bauteilhöhen $d > 100$ cm.

8.2 Rahmenecken mit negativem Moment

Die empfohlene Bewehrungsführung für eine 90°-Rahmenecke unter negativem Moment zeigt Abbildung 16.

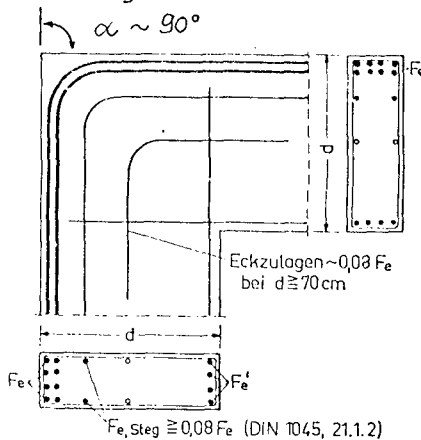


Abb. 16

Empfohlene Bewehrungsführung
für eine 90°-Rahmenecke unter
negativem Moment
(Zugzone "außen")

Die Konzentration der Zugbewehrung nahe dem äußeren Querschnittsrand ist zweckmäßig, weil hierdurch der größtmögliche Hebelarm der inneren Kräfte erzielt wird. Die Verteilung der Zugspannungen im Zustand I (s. Abb. 4) zeigt jedoch, daß der Angriffspunkt der resultierenden Biegezugkraft näher zur Nulllinie liegt. Dies hat zur Folge, daß sich in diesem Bereich bei hohen Querschnitten ($d \geq 70$ cm) u. U. schon unter Gebrauchslast ein Riß mit größerer Breite einstellt. Durch Anordnung eines kleinen Anteils der erforderlichen Zugbewehrung im inneren Bereich der Zugzone kann diese ungünstige Entwicklung wirksam behindert werden. Diese Maßnahme entspricht der Forderung einer "Stegbewehrung" nach DIN 1045, Abschnitt 21.1.2.

Bilden balkenartige Bauteile mit einer Bauhöhe $d > 70$ cm eine Ecke, ist somit der überwiegende Teil der Biegezugbewehrung nahe dem Außenrand unter Wahrung der zulässigen Biegerolldurchmesser anzuordnen. Zusätzlich sind als Rissesicherung Schrägzulagen über die Zugzone zu verteilen.

Veränderungen des Knickwinkels bringen keine neuen Gesichtspunkte oder zusätzliche Ausführungsschwierigkeiten. Überschreitet der Knickwinkel $\sim 100^\circ$, ist die Anordnung einer Voute zu empfehlen.

Wird bei Rahmenecken mit negativem Moment die Bewehrung im Bereich der Ecke gestoßen, ist die Übergreifungslänge $l_{\ddot{u}} \geq k \cdot a$ gemäß der folgenden Abbildung einzuhalten. Der gekrümmte Stababschnitt im Eckbereich zählt nicht als Haken, der Wert f darf nur dann $< 1,0$ gesetzt werden, wenn die Bewehrungsstäbe an ihren Enden hakenförmig abgebogen werden.

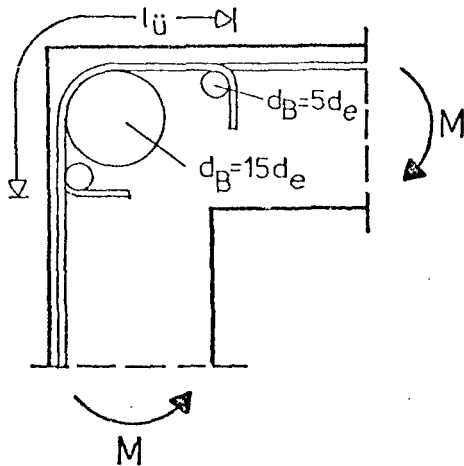


Abb. 17

Stoß der Bewehrung im Eckbereich bei einer Rahmenecke unter negativer Momentenbeanspruchung.

$$l_{\ddot{u}} \geq k \cdot a \quad (\text{DIN 1045})$$

$d_B = 5d_e$ geprüft
nach DIN 1045 Abschn. 18
(Neufassung)

$d_B = 4d_e$ erlaubt

9. Zusammenfassung

Es wurden 9 Versuche an Rahmenecken unter positiver bzw. negativer Momentenbeanspruchung durchgeführt. Mit der Versuchsreihe V2 bis V6 wurden Balken ($b/d = 25/40$ cm bzw. $b/d = 34,5/44$ cm) mit einer neuartigen schlaufenförmigen Bewehrungsführung (s. Abb. 14) untersucht, da sich herausgestellt hat, daß viele der zur Zeit gebräuchlichen Bewehrungsformen die in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllen und besonders bei Ausnutzung hoher Bewehrungsgehalte erheblich unterhalb der rechnerischen Bruchlast versagen. Dies bestätigt auch der Versuch V1, bei welchem trotz einer sehr aufwendigen herkömmlichen Bewehrungsführung mit zusätzlichen Schrägstäben und Bügeln im Eckbereich nur 66 % der rechnerischen Bruchlast im Versuch erreicht wurden. Mit der schlaufenförmigen Bewehrungsführung konnte hingegen die rechnerische Bruchlast bei jedem Versuch dieser Reihe (auch bei einem Bewehrungsgehalt von 1 %) überschritten werden. Dabei kann im Bereich der hier geprüften Bauhöhen auf Schrägbügel im Eckbereich verzichtet werden.

Bruchursachen waren Druckbrüche im Anschnittbereich (V2 und V 3) bzw. Versagen infolge von Querrissen, die zum Absprengen der äußeren Betonecke führten (V4 bis V6). Dehnungsmessungen an der Bewehrung im Anschnitt haben gezeigt, daß bei rechnerischer Bruchlast die Fließgrenze des Stahls erreicht wird. Bei einem Schrägbewehrungsanteil von $F_{es} = 0,5 F_e$ (V4) sind die Schrägstäbe zwar nicht voll ausgelastet, aber die Rißbreite des Kehlrisses ist wesentlich enger als bei $F_{es} = 0,3 F_e$ (s. V5 und V6).

Auch mit dem plattenartigen Versuchskörper V8 ($d = 15$ cm, $b = 100$ cm) unter positiver Momentenbelastung, bei dem die Bewehrung in einer sehr engen Schlaufe geführt werden mußte ($d_B = 7,2 d_e$), konnte die rechnerische Bruchlast bei einer Betonwürfeldruckfestigkeit von ungefähr 40 N/mm^2 fast (93 %) erreicht werden. Die bei diesem Versuch gemessenen Rißbreiten waren unter Gebrauchslast bis auf den Kehlriss ($0,3$ mm) enger als $0,15$ mm.

Weiterhin wurden 2 Versuchskörper unter negativer Momentenbelastung geprüft: Zunächst eine sehr hohe Rahmenecke (V7, $d = 90$ cm, $b = 25$ cm) mit außen durchgeführter Bewehrung und zusätzlichen Längsstäben in der Zugzone (nach DIN 1045, 21.1.2). Nach starker Öffnung eines Diagonalrisses trat das Versagen dieser Rahmenecke durch seitliche Abplatzungen infolge der hohen Umlenkpressung bei 97 % der rechnerischen Bruchlast ein.

Bei der zweiten Rahmenecke ($d = 60$ cm, $b = 84$ cm) unter negativer Momentenbeanspruchung wurden die außen liegenden Bewehrungsstäbe im Bereich der Ecke gestoßen.

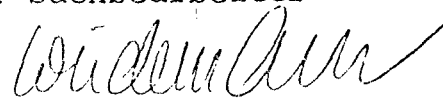
Die Ecke wurde stehend ähnlich wie Wand und Decke eines U-Bahntunnels mit einer Arbeitsfuge (U.K. Decke) betoniert. Die rechnerische Bruchlast wurde erreicht (103 %).

Der Direktor



(o.Prof. K. Kordina)

Der Sachbearbeiter



(Dipl.-Ing. G. Wiedemann)

10. Schrifttum

- [1] Nilsson, Ingvar H. E.: Reinforced Concrete Corners and Joints subjected to Bending Moment. Nat. Swed. Build. Res. Document D7. 1973.

- [2] Taylor, H.P.J.: The Behaviour of in Situ Concrete Beam-Column Joints. Techn. Rep. May 1974 (42.492). London: Cement and Concrete Association.

- [3] Balint, P.S.; Taylor, H.P.J.: Reinforcement Detailing of Frame Corner Joints with Particular Reference to Opening Corners. Techn. Rep. Februar 1972 (42.462). London: Cement and Concrete Association.

- [4] Swann, R. A.: Flexural Strength of Corners of Reinforced Concrete Portal Frames

- [5] Jirsa, J. O.; Marques, J. L. G.: A Study of Hooked Bar Anchorages in Beam-Column Joints. Austin, Univ. Texas, Dept. Civ. Eng. July 1972, Proj. 33.

- [6] Kordina, K.; Fuchs, G.: Untersuchungen zur Anwendung von hakenförmigen Übergreifungsstößen in Rahmenecken. Unveröffentlichter Versuchsbericht aus dem Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der TU Braunschweig, Januar 1970.

- [7] Kordina, K.; Fuchs, G.: Übergreifungsvollstöße mit hakenförmig gebogenen Rippenstählen. Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. Heft 226. Berlin: Verlag Ernst & Sohn 1973.

- [8] Kordina, K.; Kobler, G.: Tragverhalten von Rahmenknoten bei herabgesetzter Verankerungslänge der Anschlußbewehrung. Unveröffentlichte Teilberichte aus dem Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der TU Braunschweig, 1973 und 1974.

- [9] Kordina, K.; Wiedemann, G.: Untersuchungen über die Bewehrungsführung in geknickten Treppenlaufplatten. Unveröffentlichter Abschlußbericht aus dem Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der TU Braunschweig, Oktober 1976.

- [10] Hahn, J.: Hauptspannungen und Schubsicherung im Stahlbetonbau. Bauingenieur 1959, Heft 3, S. 82/86

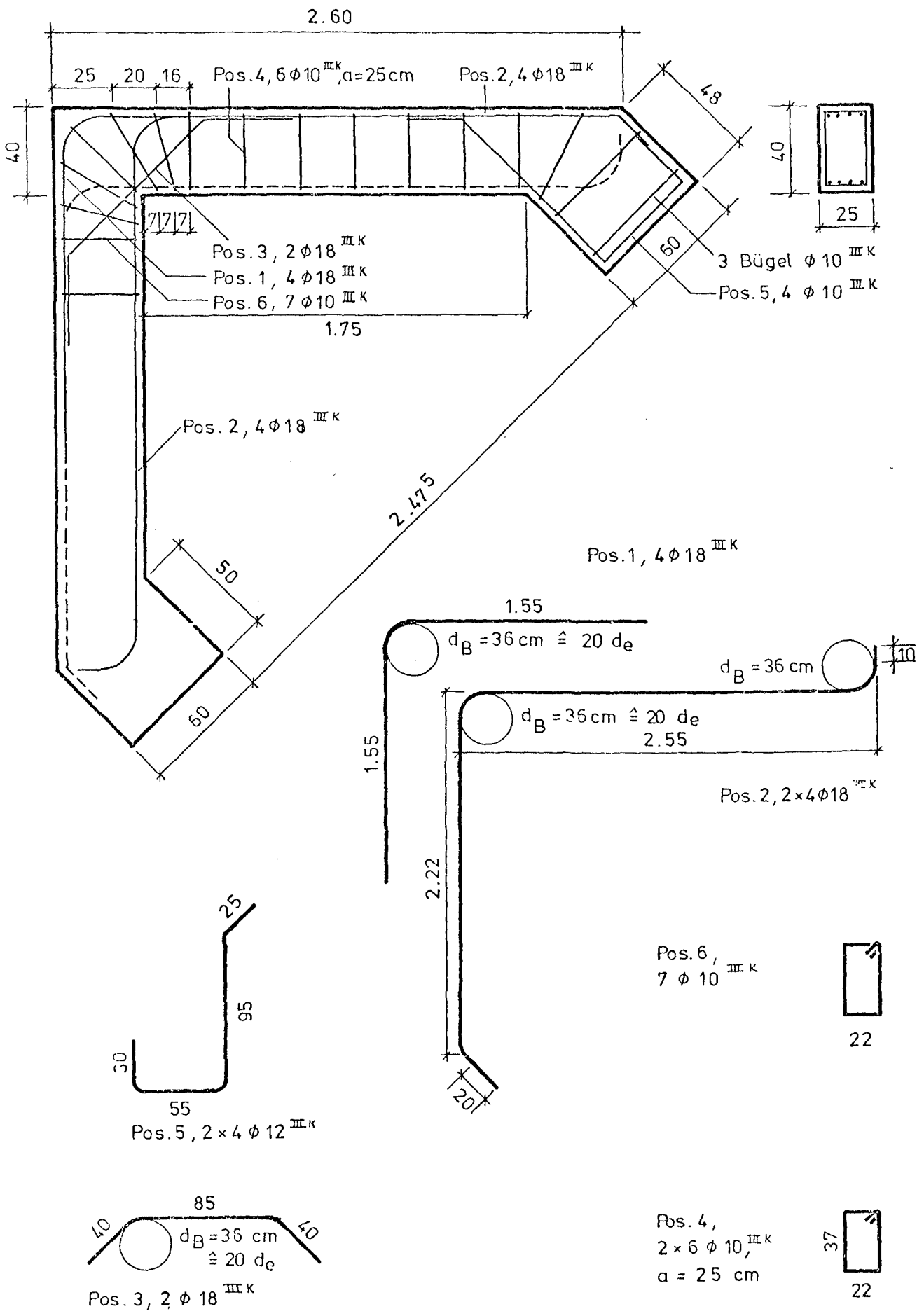
- [11] Walter, H.: Über die spannungsoptischen Untersuchungen von Rahmenecken. Bauingenieur 1960, Heft 3, S. 81/85.

- [12] Zienkiewicz: The Finite Element Method in Engineering Science. London: McGraw-Hill 1971

- [13] Topaloff, F.: Berechnung des gekrümmten Stahlbetonbalkens. Beton- und Stahlbetonbau 1960, Heft 5, S. 113/117.

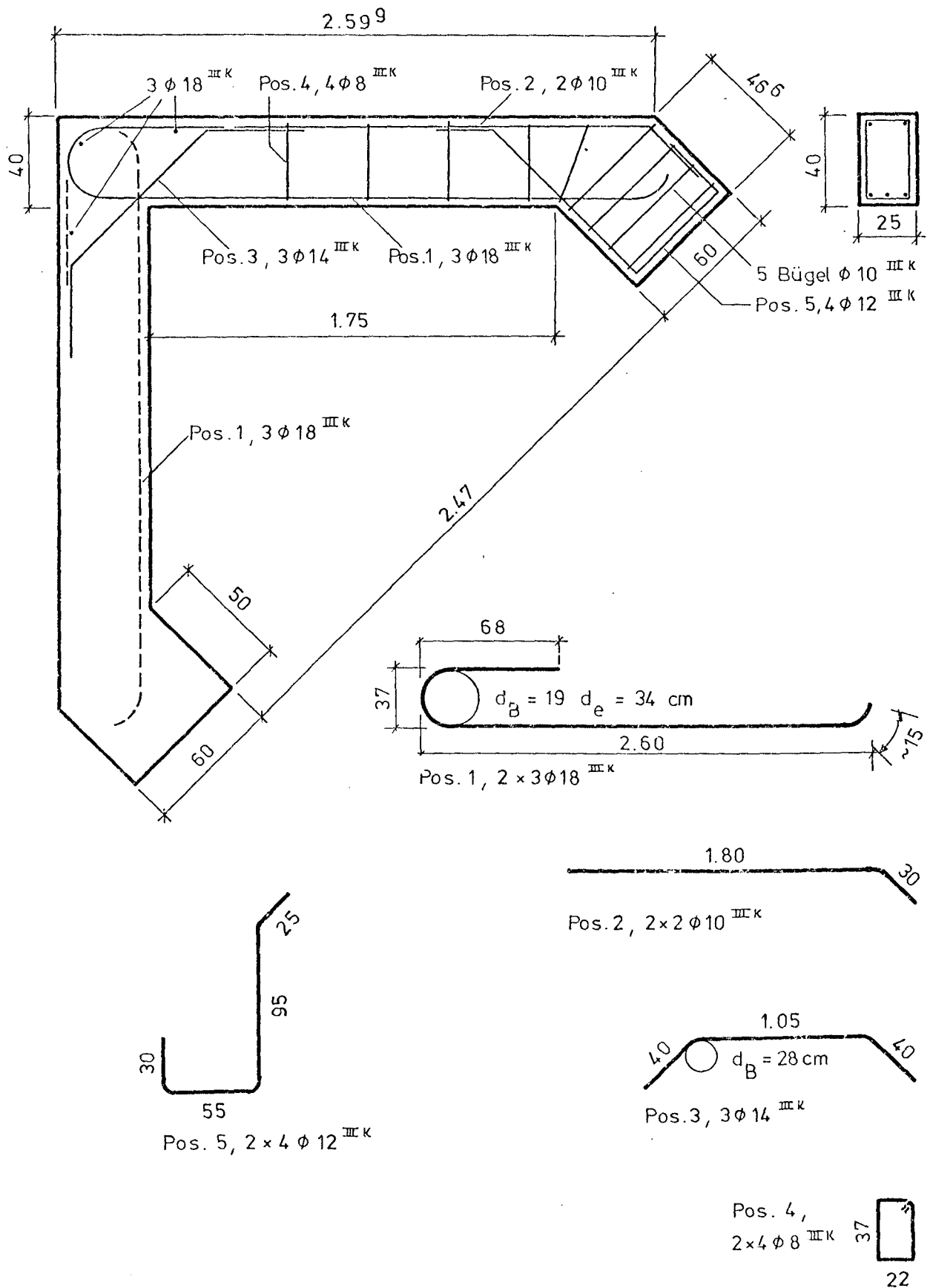
- [14] Heineshoff, B.: Praktische Spannungsberechnung für den gekrümmten Träger mit Rechteckquerschnitt, Bautechnik 1967, Heft 4, S. 135/140.

V1



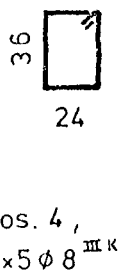
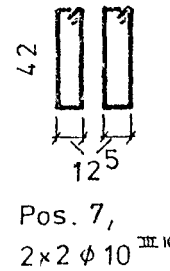
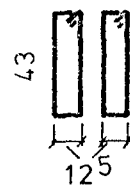
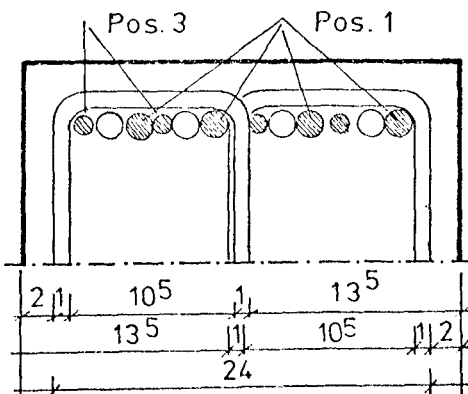
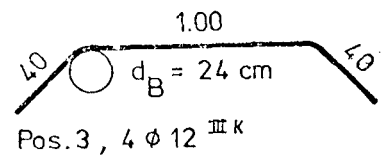
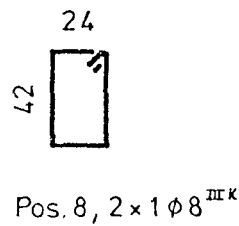
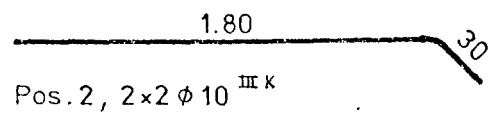
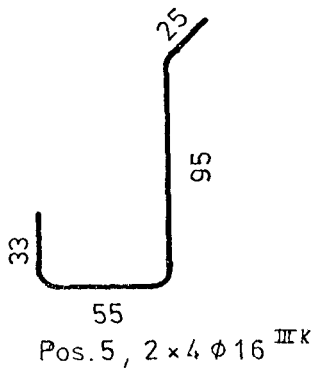
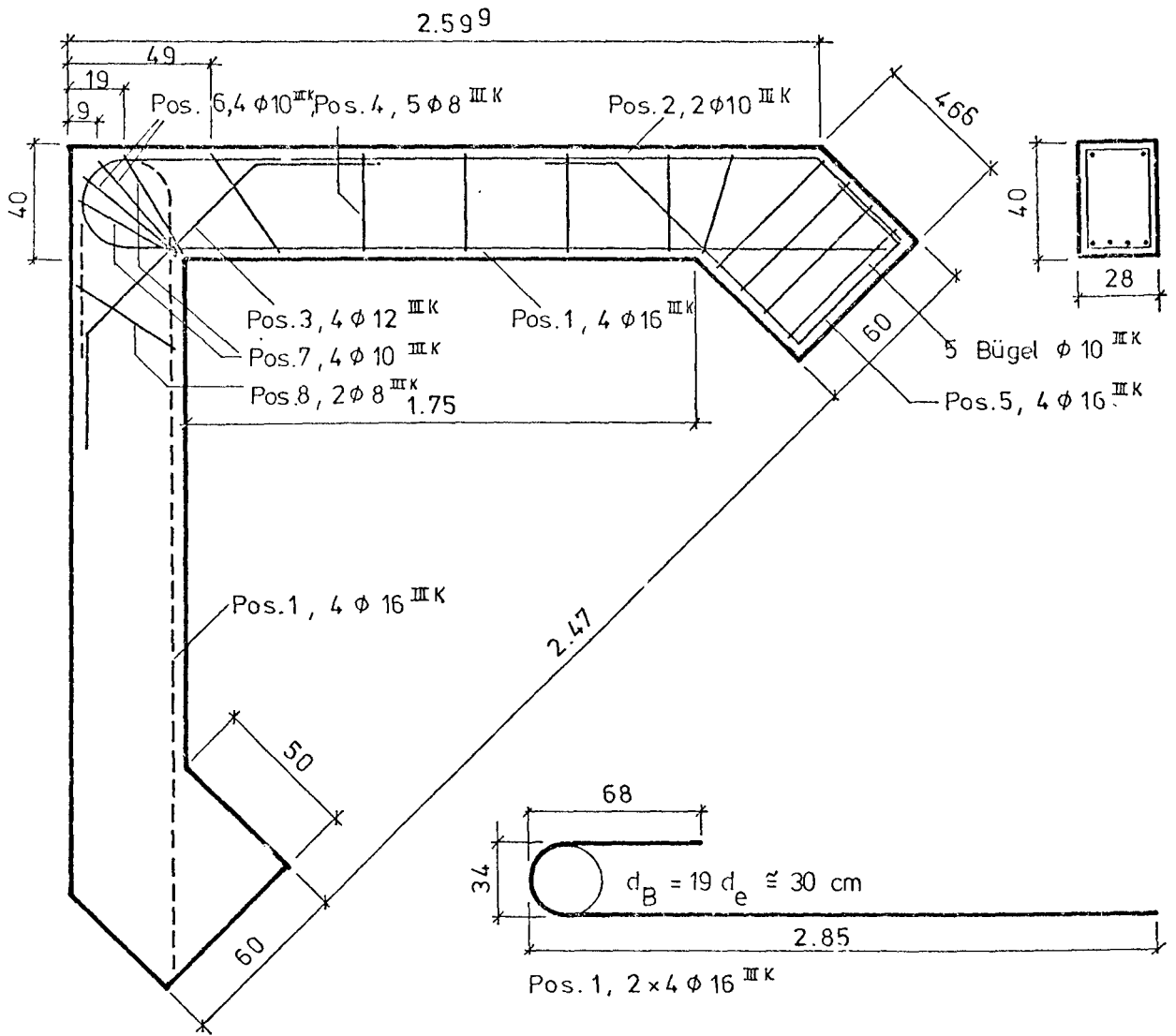
Biege Maße sind Außenmaße

V2



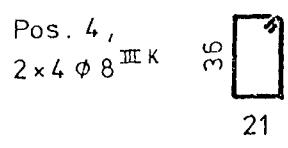
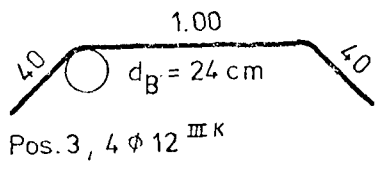
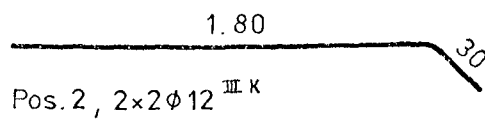
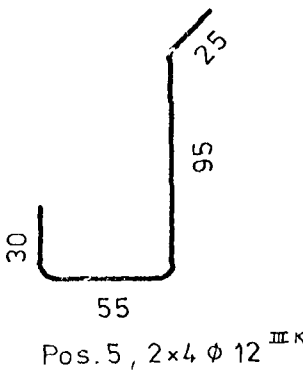
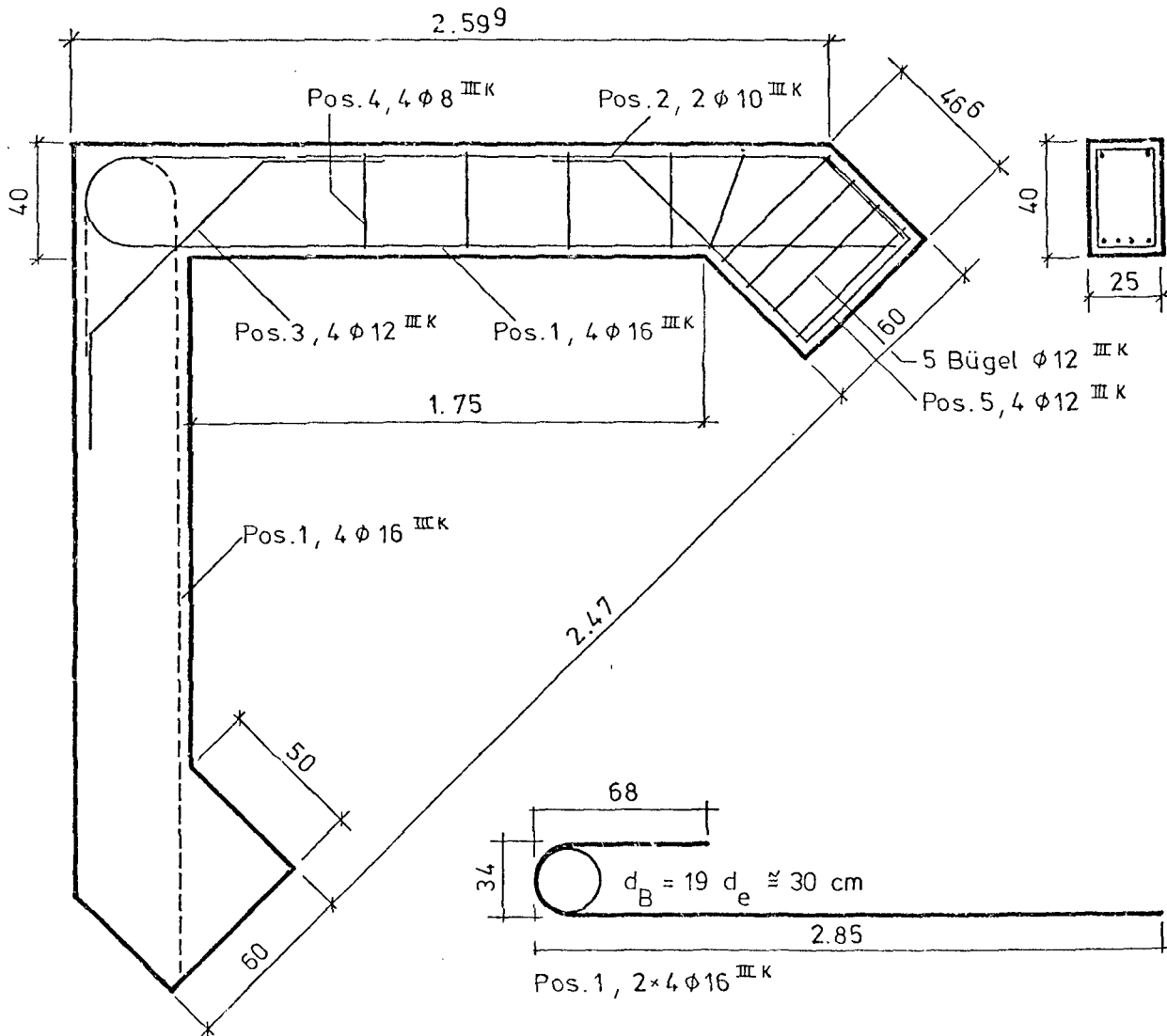
Biege Maße sind Außenmaße

V3



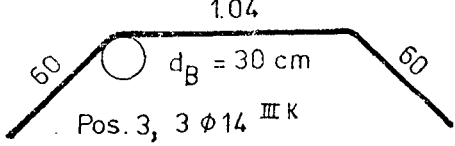
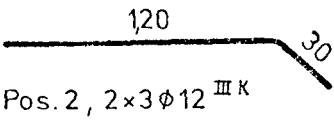
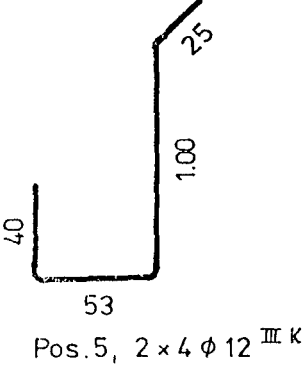
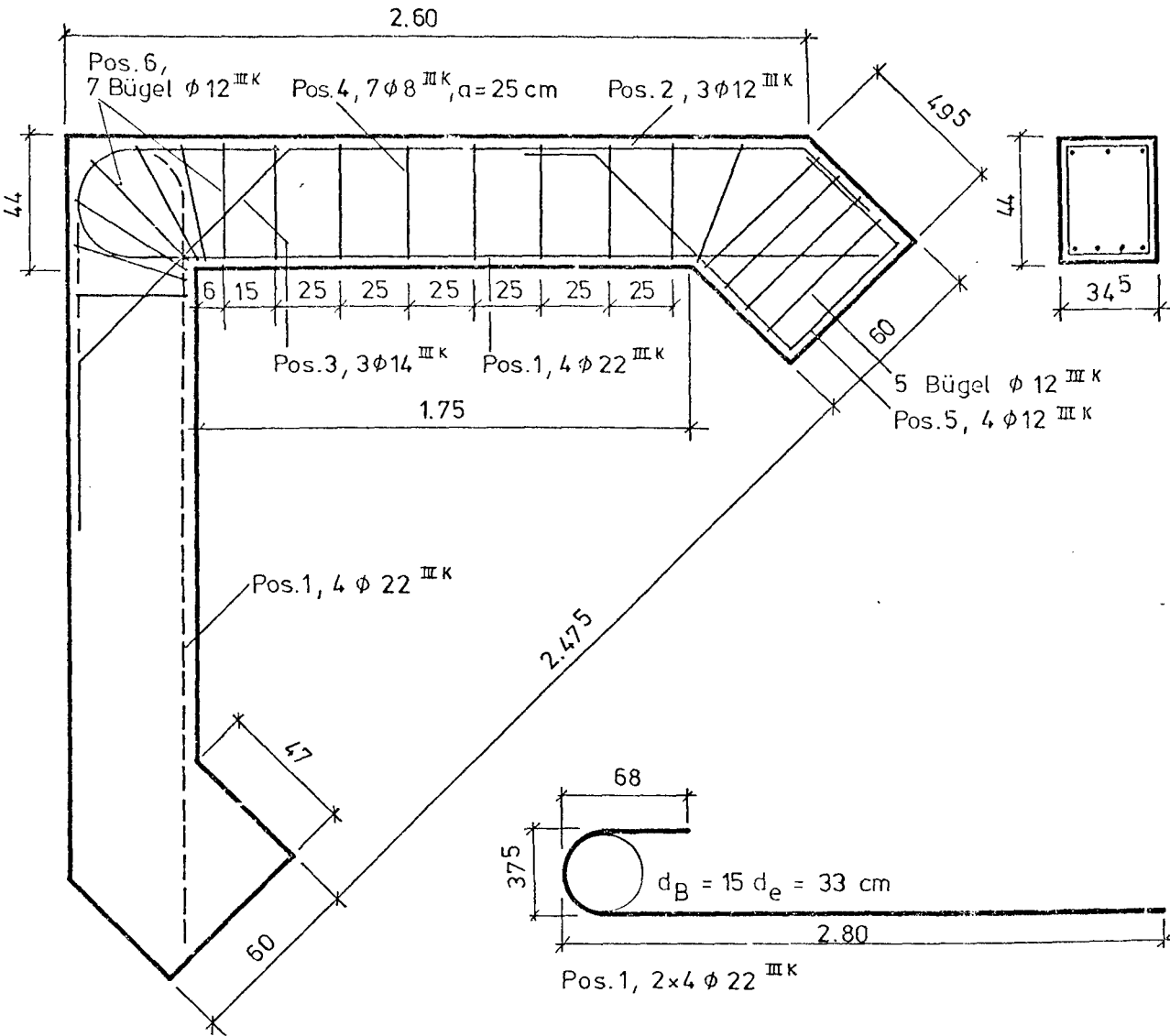
Biege Maße sind Außenmaße

V4



Biege Maße sind Außenmaße

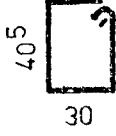
V5



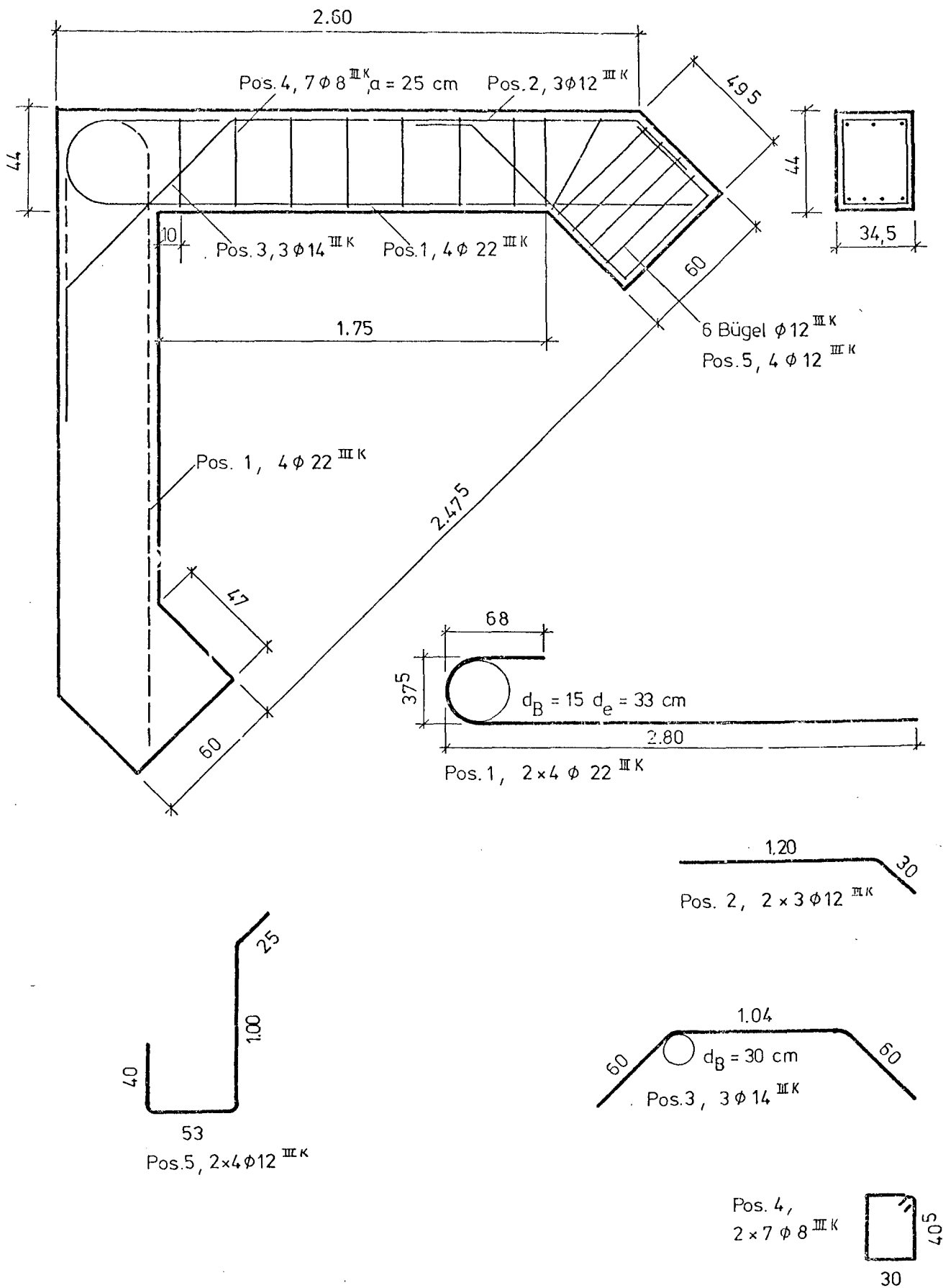
Pos. 6, 7 $\phi 12$ III K



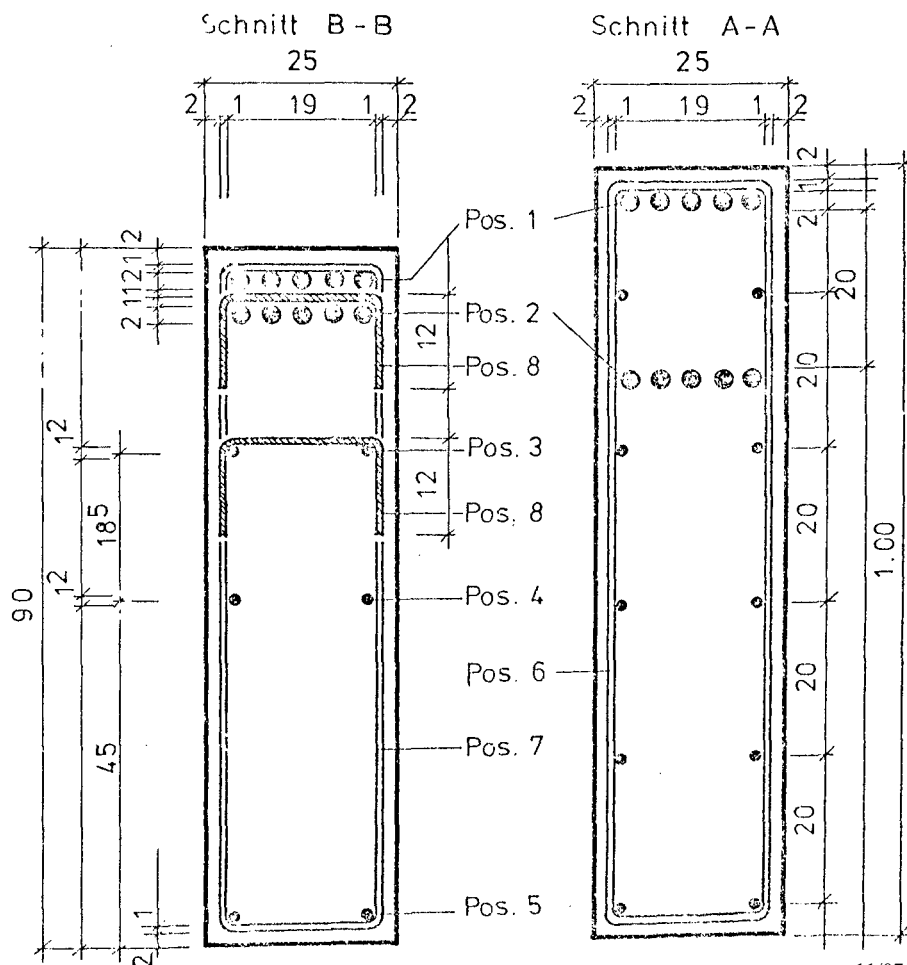
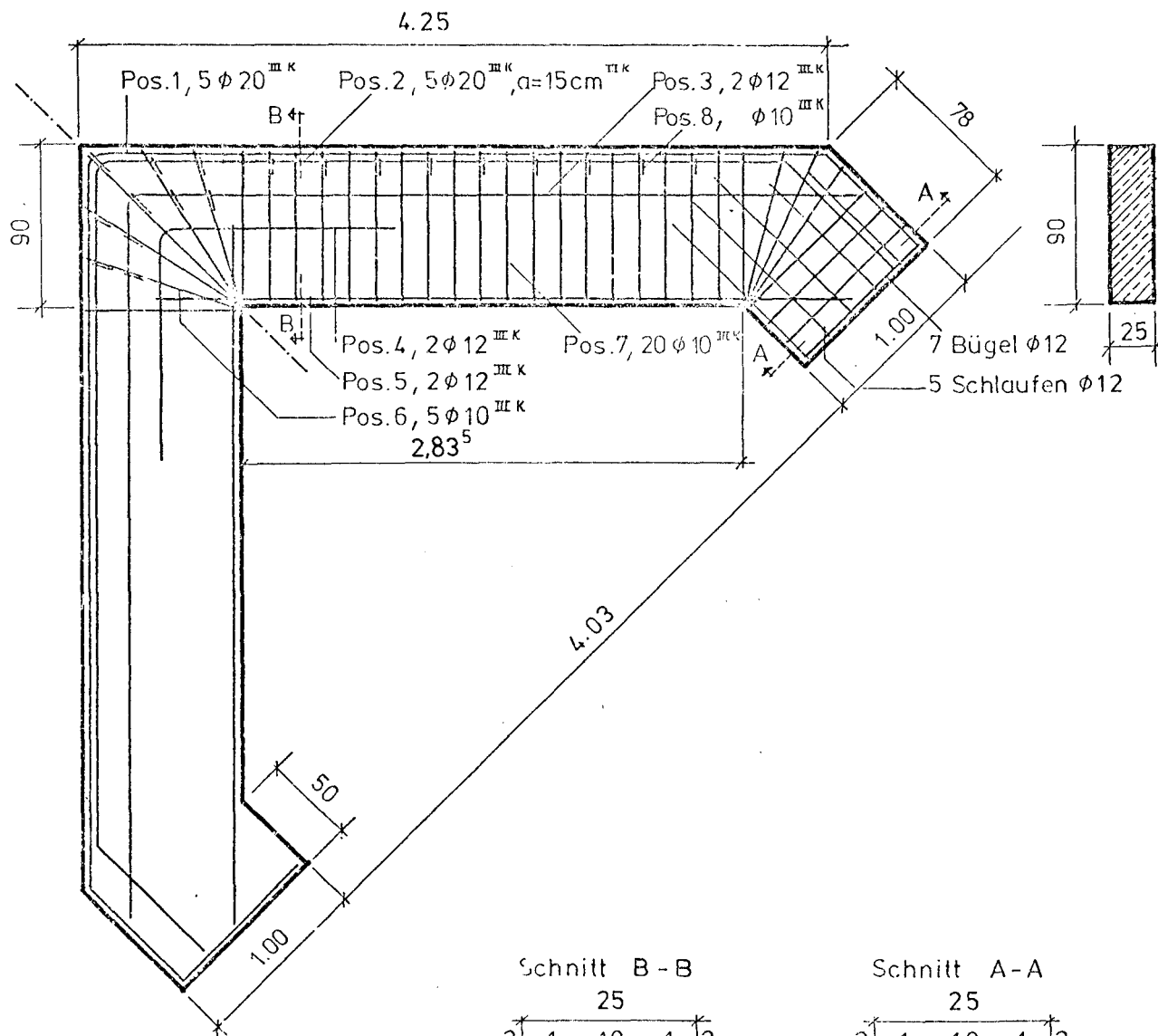
Pos. 4, 2 $\times 7 \phi 8$ III K



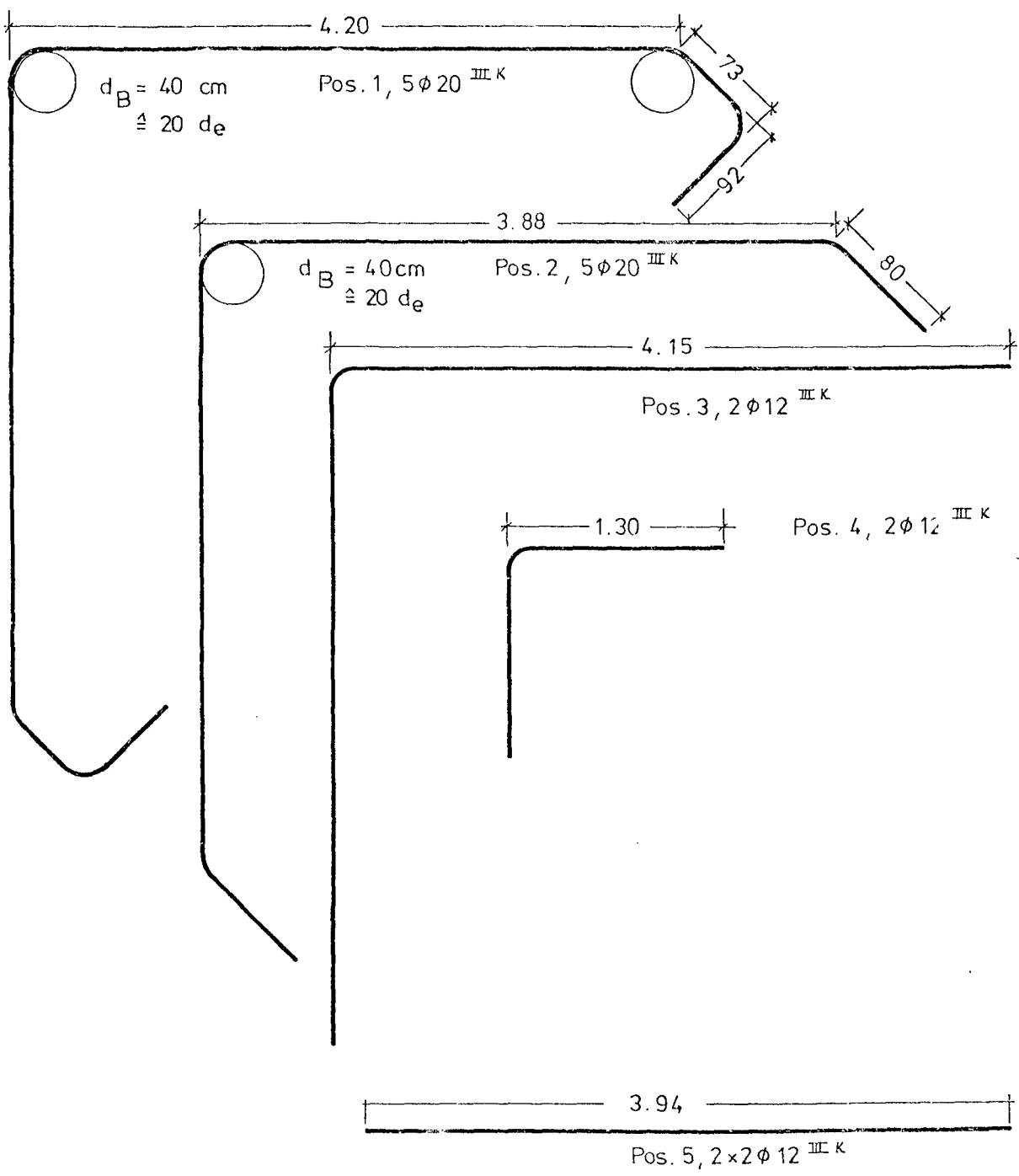
Biege Maße sind Außenmaße

$V\delta$ 

V7



V7



Pos. 6,
5 $\phi 10$ III K

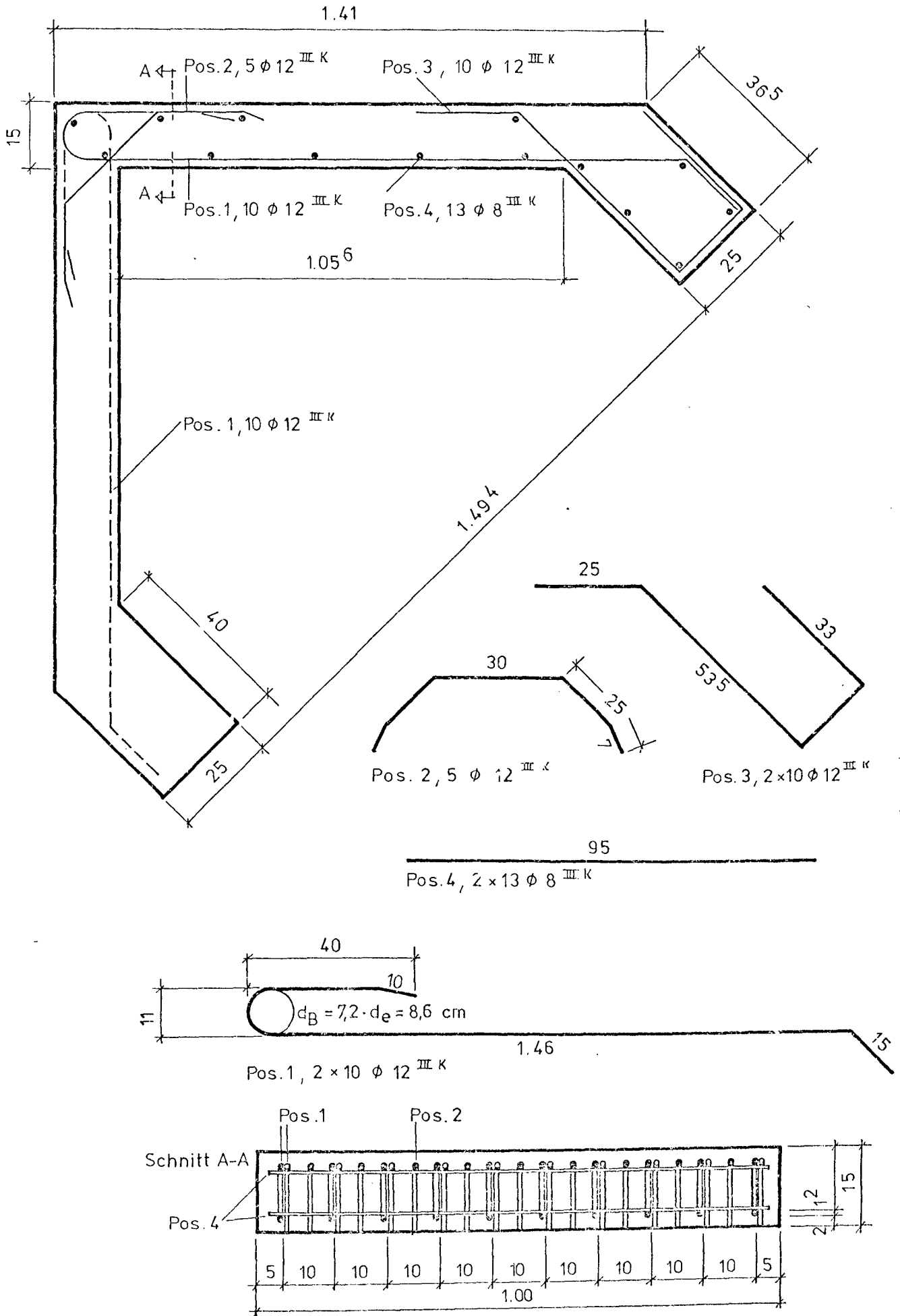


Pos. 7,
2 $\times 20 \phi 10$ III K

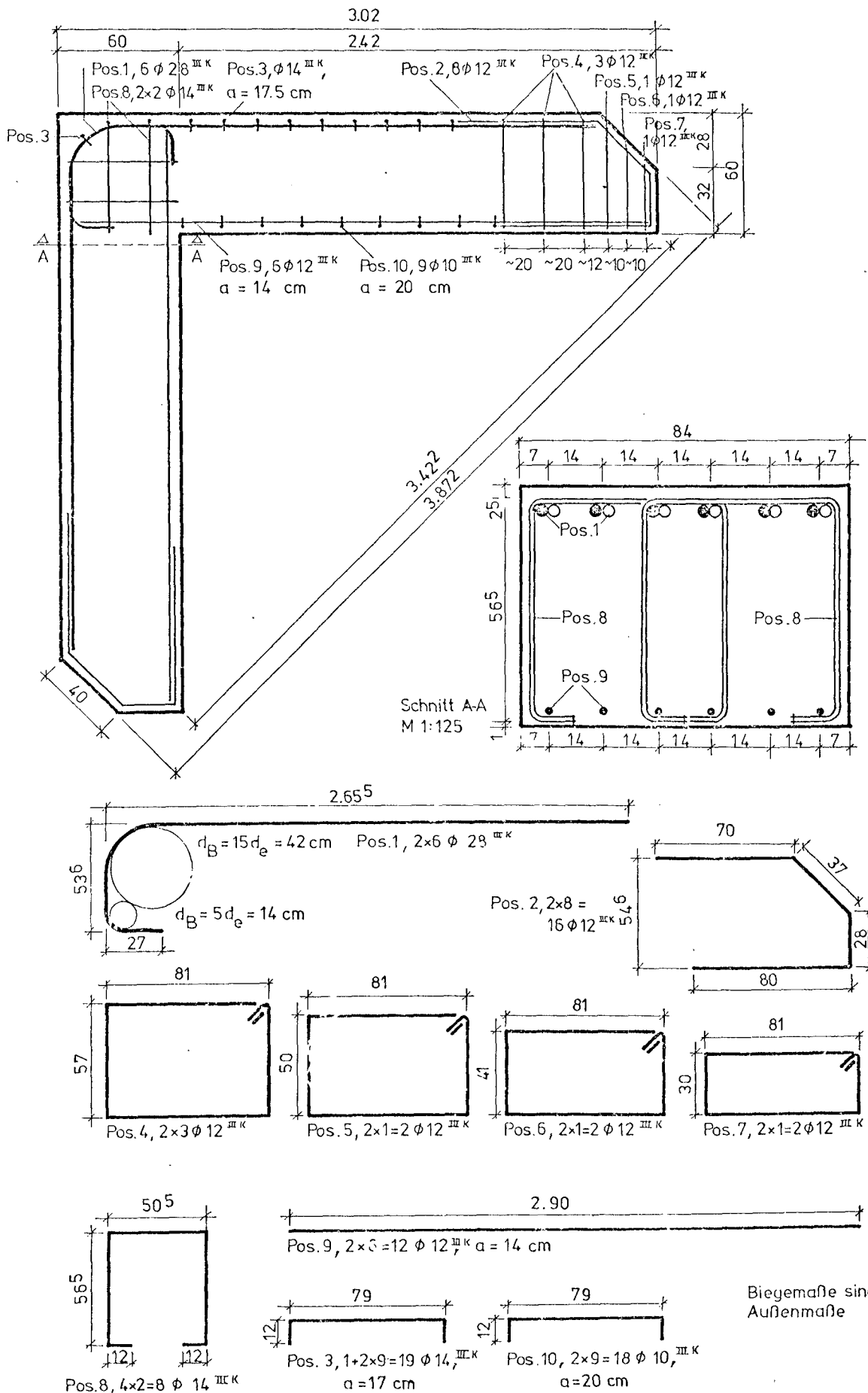


Pos. 8,
 $\phi 10$ III K

Biege Maße sind Außenmaße



Biegemasse sind Außenmaße



Frisch- und Fest-
betoneigenschaften

Anlage 11

Versuch	Baustoffe/m ³ Beton in kg			W/Z Wert	Frisch- betonroh- dichte [kg/dm ³]	Aus- breit- maß [cm]	Verdich- tungsmaß v	Alter bei Versuchs- durchfüh- rung [tg]	Würfel- druck- festig- keit 20/20/20 cm ³ [N/mm ²]	Zylinder- spaltzug- festigkeit [N/mm ²]	Zylinder- druckfe- stigkeit Ø 15 cm L = 30 cm [N/mm ²]	E-Modul [N/mm ²]	Balkenbiege- zugfestigkeit 10/15/70 cm ³ [N/mm ²]
	Ze- ment	Zuschl.	Wasser										
V1	234	1919	208	0,89	2,36	36,3	1,12	28	31,2 31,5 31,4	2,27 2,16 2,60 2,34	25,6 24,5 25,1 25,1	26,3 · 10 ³	2,6 2,4 2,5 2,5
V2	233	1913	213	0,91	2,36	36,4	1,12	42	28,0 28,2 28,2 28,1	-	20,8 21,9 23,3 23,5 22,4	25,4 · 10 ³	-
V3	232	1897	221	0,95	2,35	36,0	1,12	28	26,5 26,7 26,7 26,6	-	20,2 20,6 20,7 20,2	24,1 · 10 ³	-
V4	235	1928	215	0,91	2,38	36,5	1,10	34	30,5 30,5 31,0 30,7	-	25,5 26,2 23,4 24,0 24,8	25,2 · 10 ³	-
V5	326	1892	212	0,65	2,43	40,0	1,04	13	40,7 43,5 49,5 44,6	Würfeldruckfestigkeit nach 28 Tagen 50,2 50,5 52,7 i.M. 51,1 N/mm ²			
V6	326	1892	212	0,65	2,43	41,3	1,04	28	44,2 41,5 49,0 44,0	-	34,2	30,6 · 10 ³	-

Frisch- und Fest- betoneigenschaften

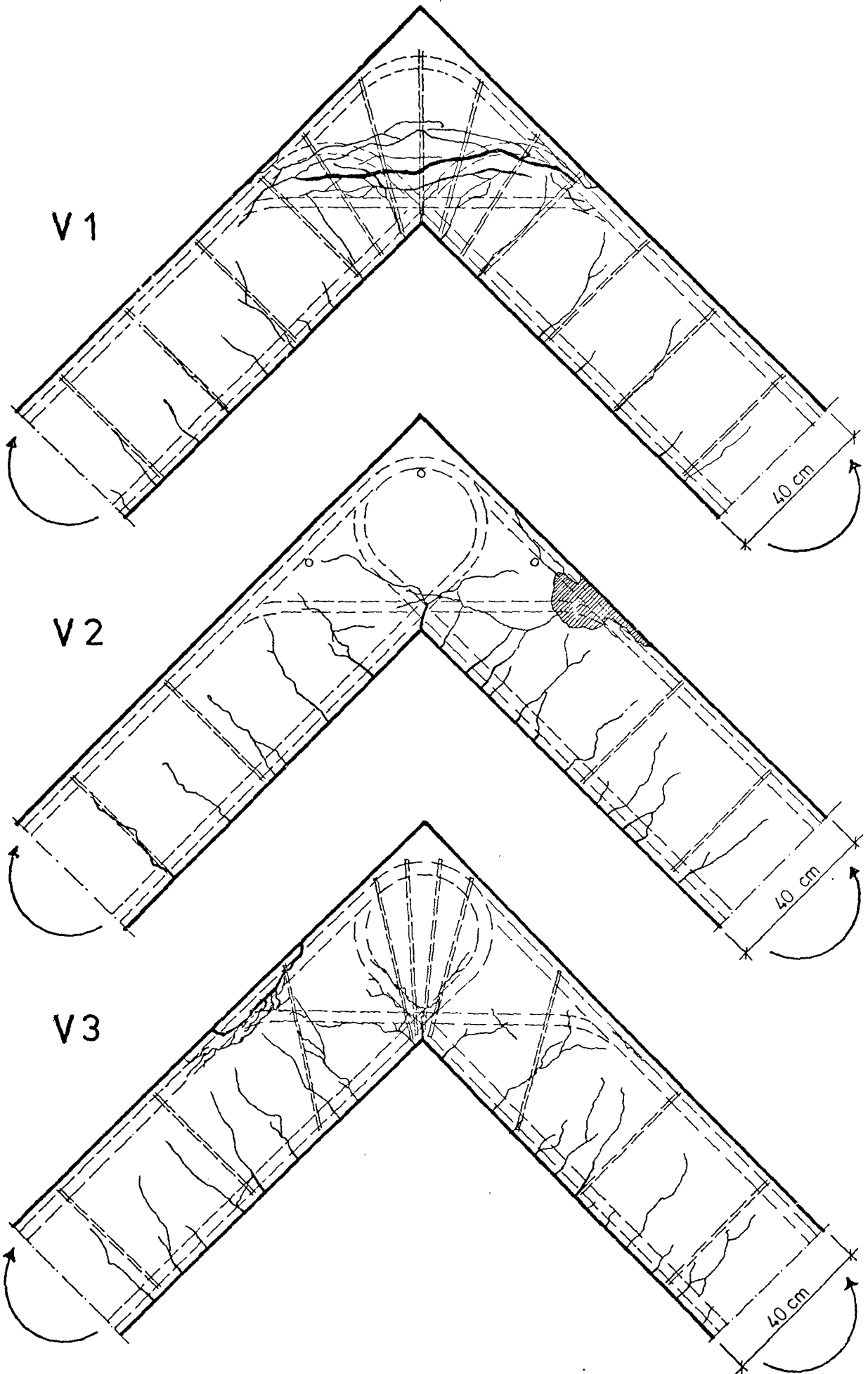
Anlage 12

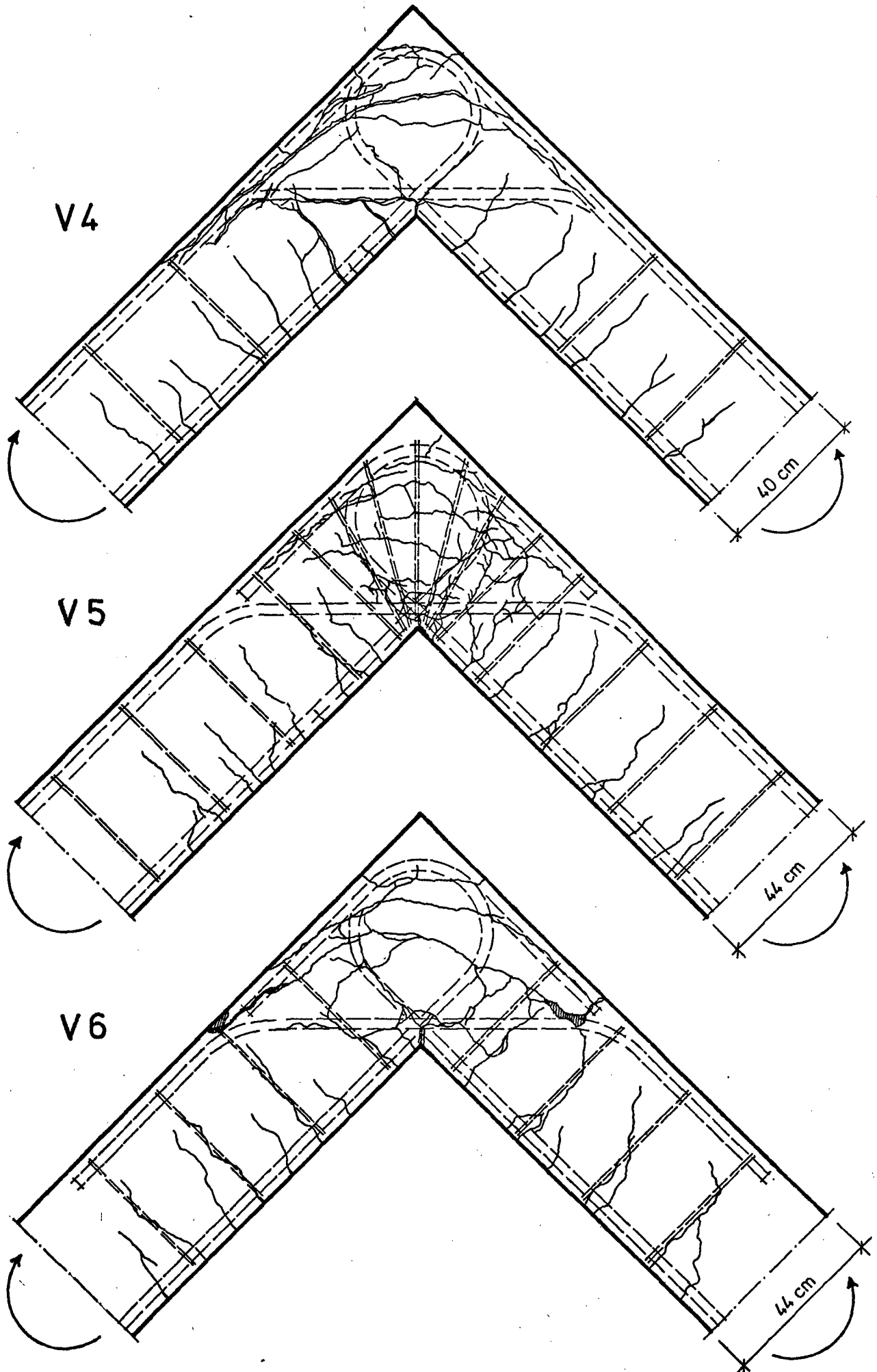
Versuch	Baustoffe/m ³ Beton in kg			W/Z Wert	Frisch- betonroh- dichte [kg/dm ³]	Aus- breit- maß [cm]	Verdich- tungsmaß v	Alter bei Versuchs- durchfüh- rung [tg]	Würfel- druck- festig- keit 20/20/20 cm ³ [N/mm ²]	Zylinder- spaltzug- festigkeit [N/mm ²]	Zylinder- druckfe- stigkeit Ø 15 cm L = 30 cm [N/mm ²]	E-Modul [N/mm ²]	Balkenbiege- zugfestigkeit 15/15/70 cm ³ [N/mm ²]
	Ze- ment	Zuschl.	Wasser										
V7	282	1961	160	0,57	2,40	39,2	1,07	32	31,2 29,7 29,2 30,0	2,45 2,31 2,73 2,50	22,8 24,7 24,7 24,1	18,7·10 ³	
V8	298	1903	179	0,60	2,38	37,0	1,14	28	39,7 39,7 40,2 39,9	3,07 2,24 3,27 2,86	32,7 33,3 34,5 33,5	27,7·10 ³	3,73 3,58 3,51 3,61
V9 Teil 1	296	1887	177	0,60	2,36	36,9	1,15	31	42,0 40,7 43,2 42,0	3,66 3,00 2,79 3,15	36,5 35,7 38,1 36,8	29,5·10 ³	3,40 3,34 2,94 3,23
V9 Teil 2	293	1871	176	0,60	2,34	37,0	1,17	28	40,5 38,7 40,2 39,8	3,85 2,50 3,44 3,26	38,5 37,2 38,9 38,2	30,9·10 ³	3,09 2,93 3,11 3,04

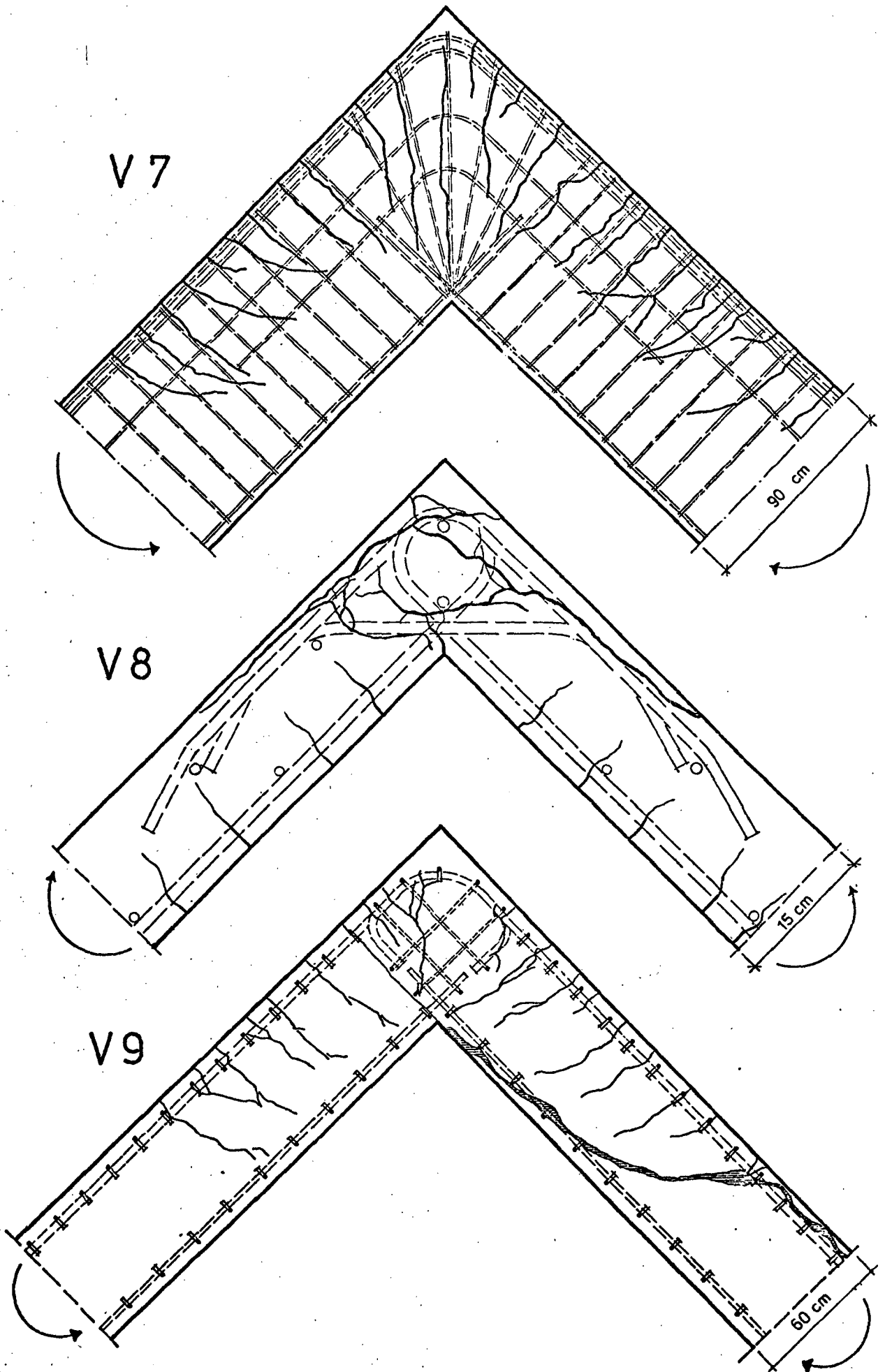
PRÜFUNG VON BETONRIPPENSTAHL BST 42/50 RK (IIIK)
(Mittelwerte aus 3 Proben)

Versuch	Ø Soll [mm]	Ø Ist [mm]	Fläche Ist [cm ²]	Streckgrenze bez. auf Ist-Ø σ_s [N/mm ²]	Zugfestigkeit bez. auf Ist-Ø σ_b [N/mm ²]	Bruch- dehnung [%]
V2	14	13,98	1,536	437,8	540,6	15,6
	18	18,03	2,539	434,7	519,0	12,9
V3	16	16,05	2,023	444,8	506,2	15,8
V5	22	22,28	3,900	435,9	534,2	16,0
V7	12	12,09	1,149	448,6	539,2	13,6
	10	10,23	0,822	443,8	535,0	12,5
	20	20,26	3,223	408,9	518,0	14,8
V8	12	12,06	1,142	450,5	539,8	13,2
V9	14	14,02	1,544	428,0	540,0	15,0
	28	28,15	6,221	447,3	554,7	Bruch nahe Einspann- stelle

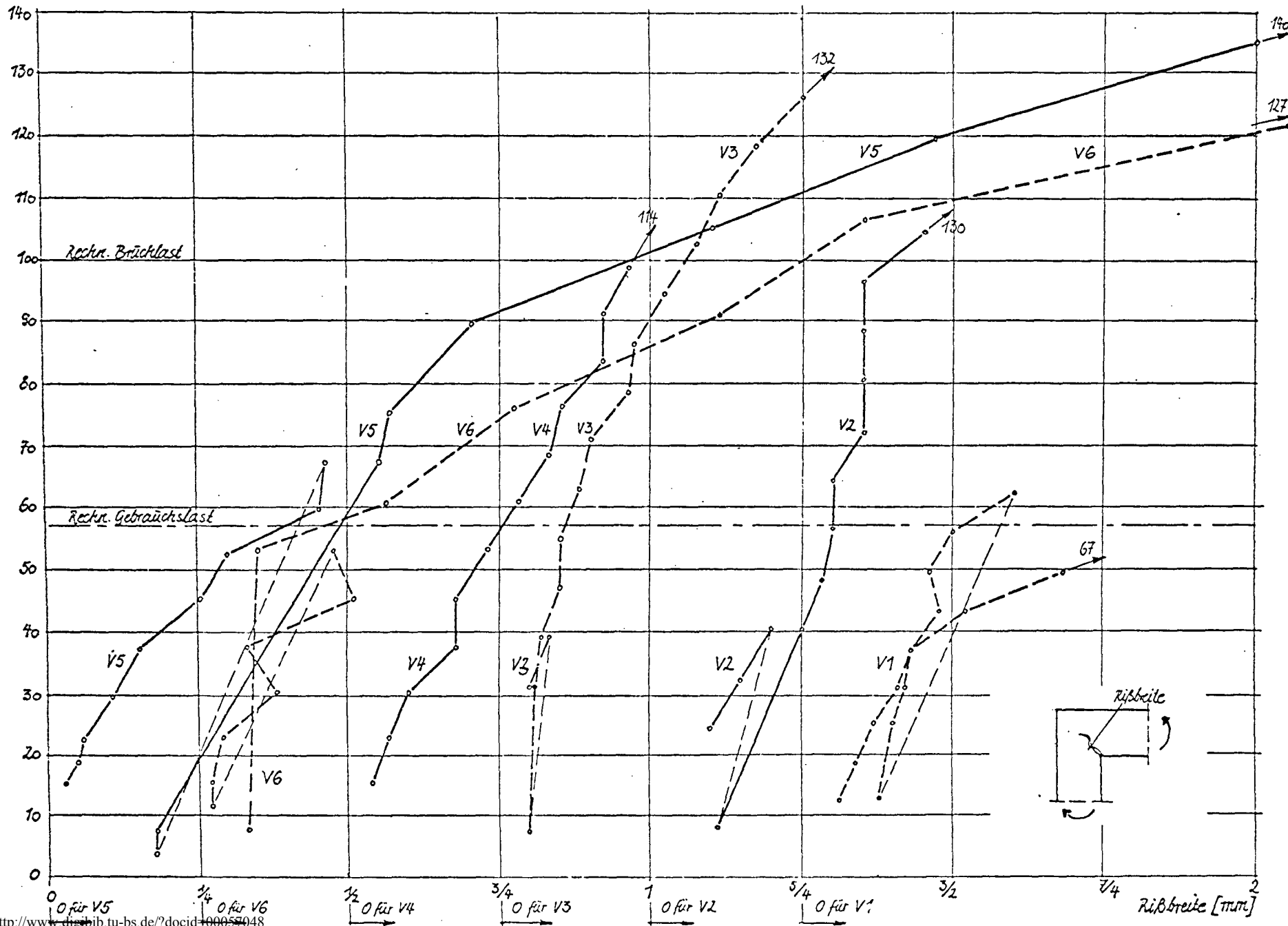
Rißbilder im Bruchzustand



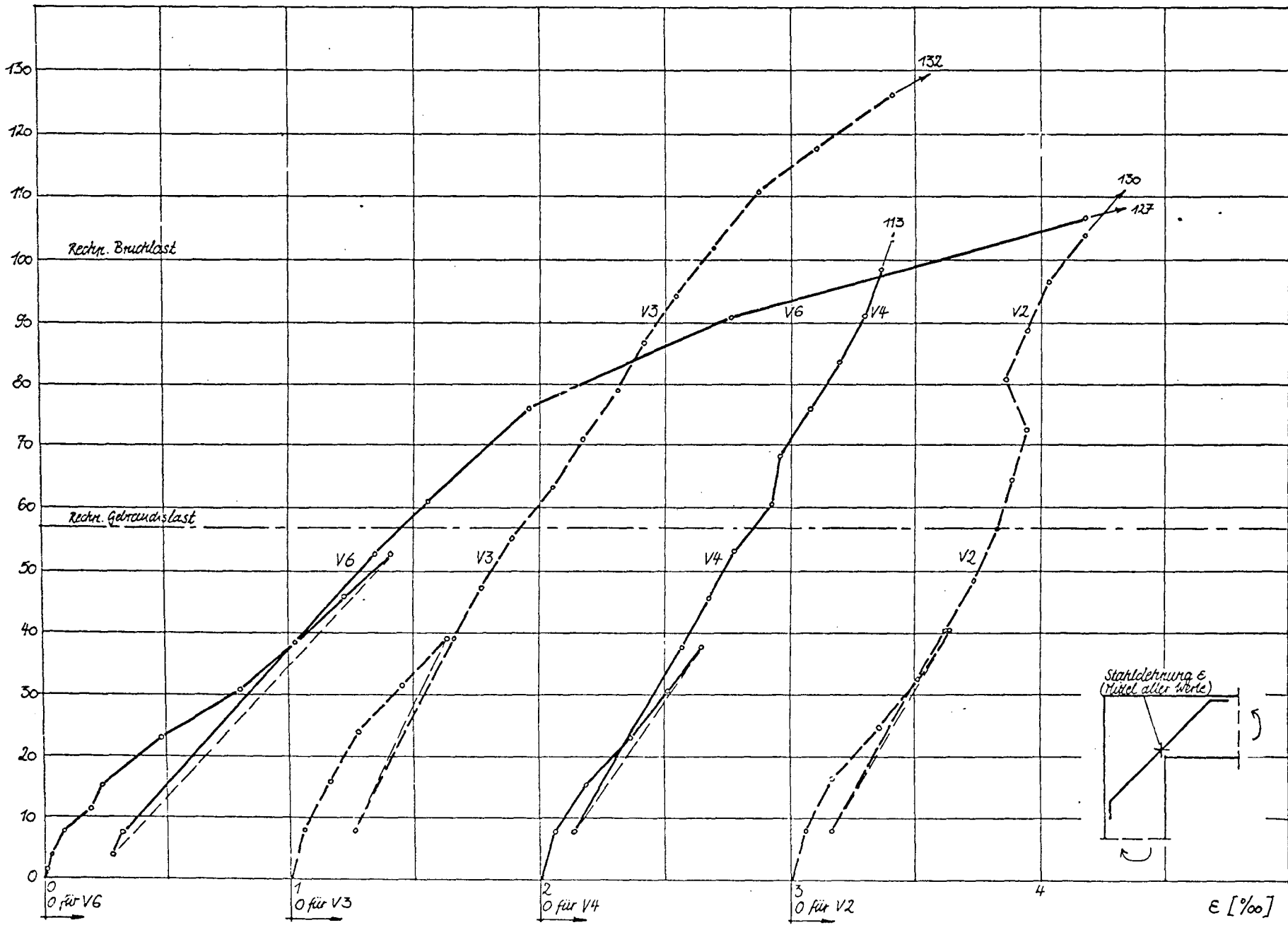




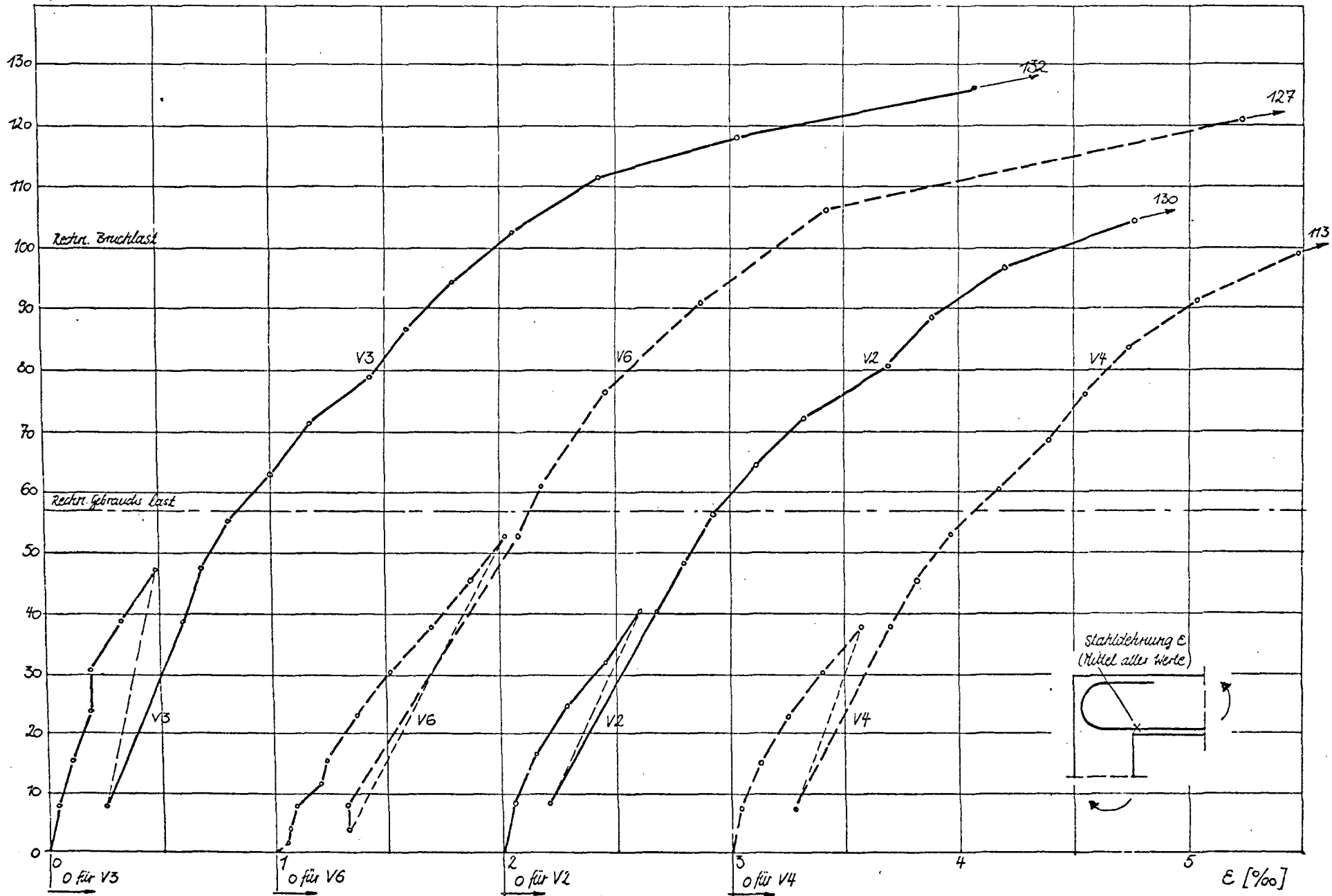
$(P/P_{u,R}) \cdot 100 [\%]$

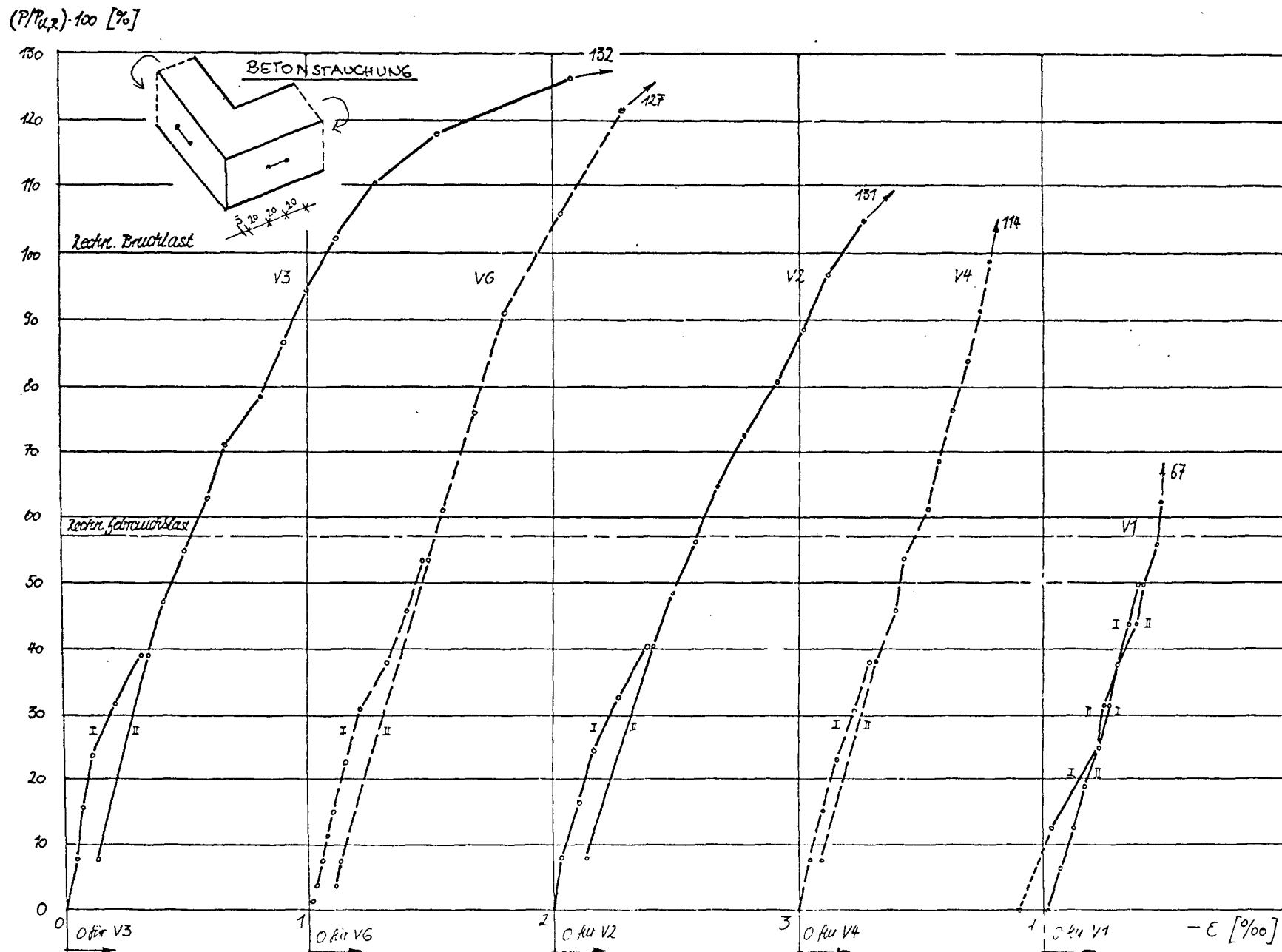


$[P/P_{uR}] \cdot 100 [\%]$

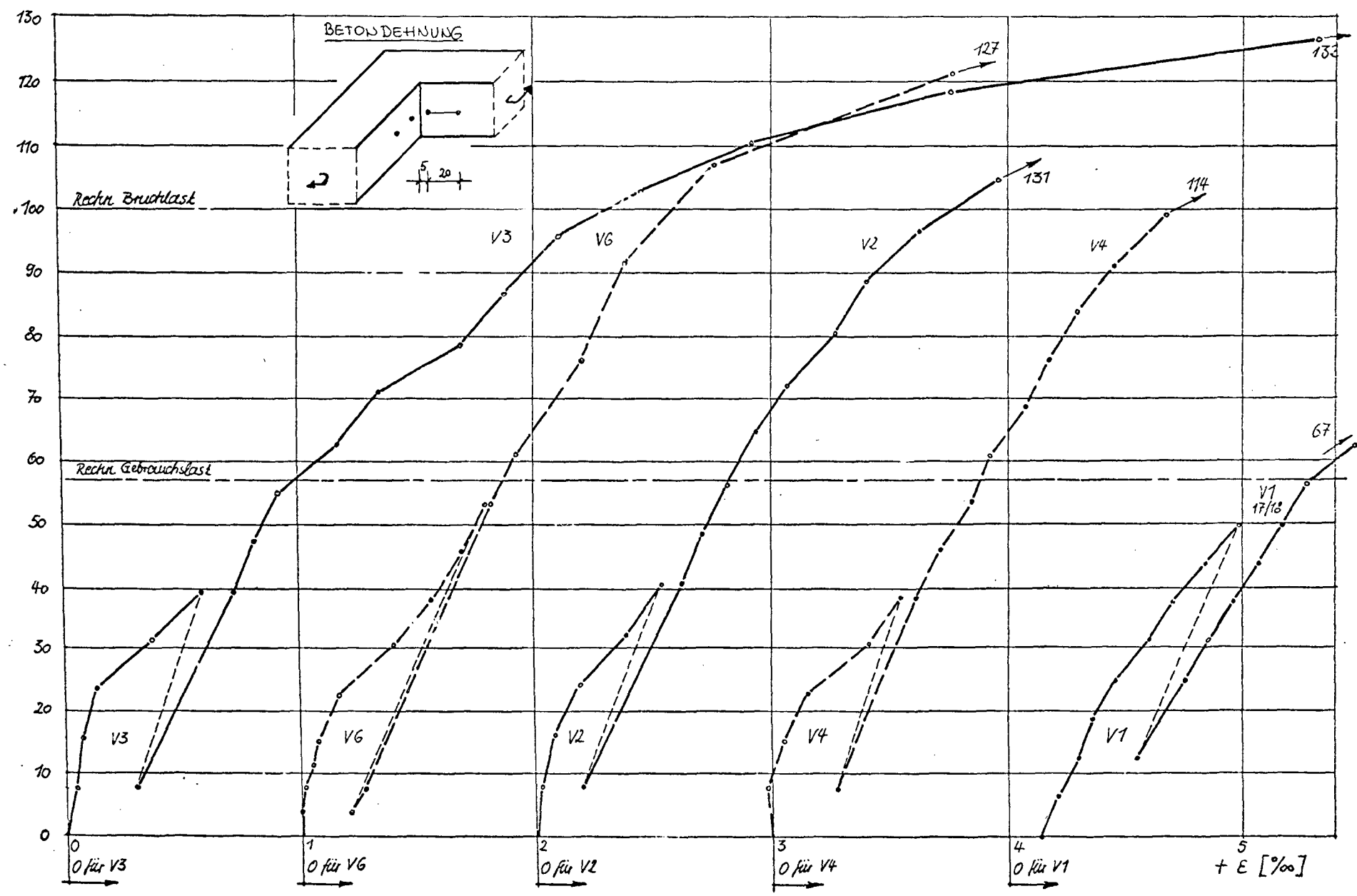


$$\left(\frac{P}{P_{uR}}\right) \cdot 100 [\%]$$

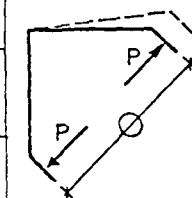
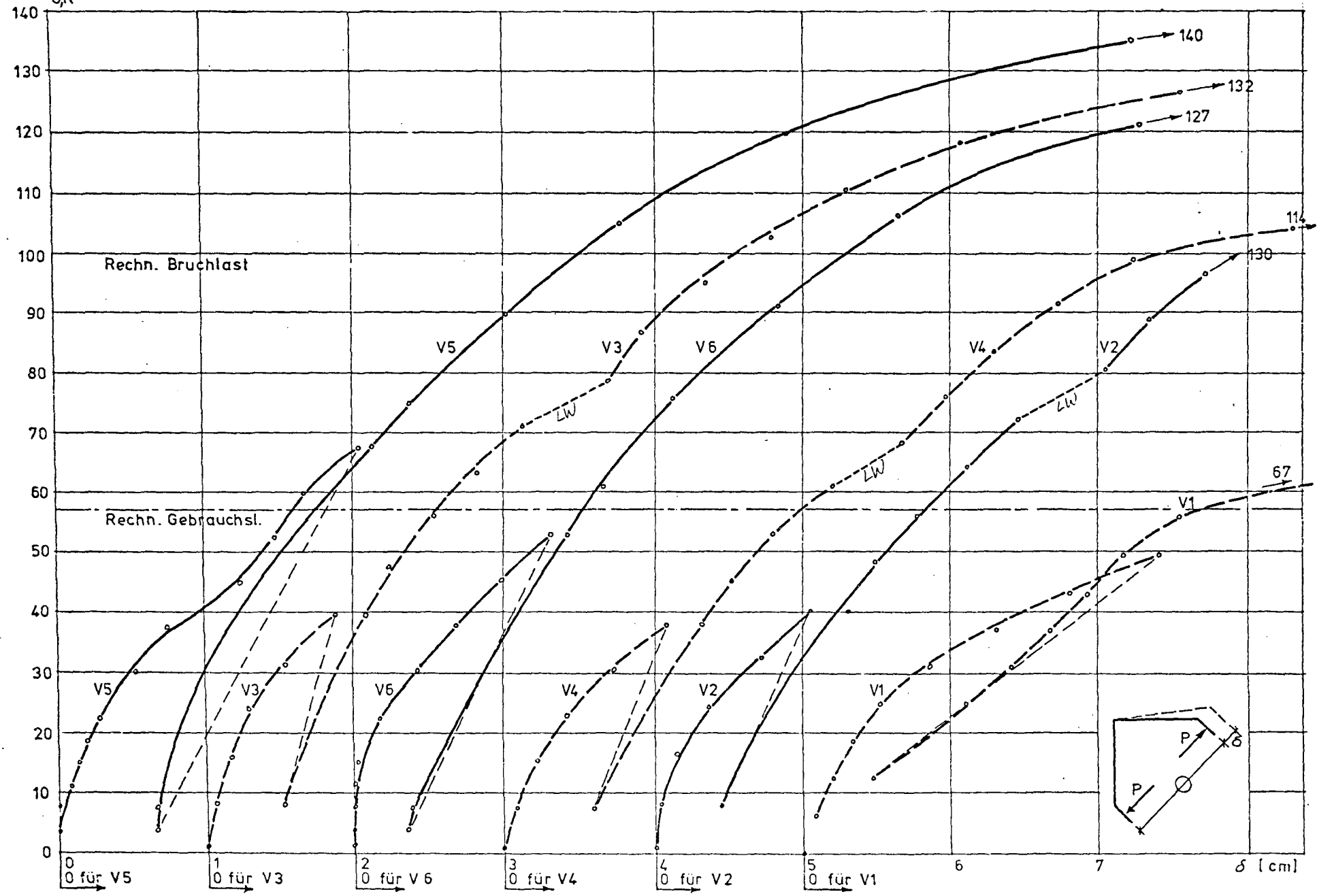




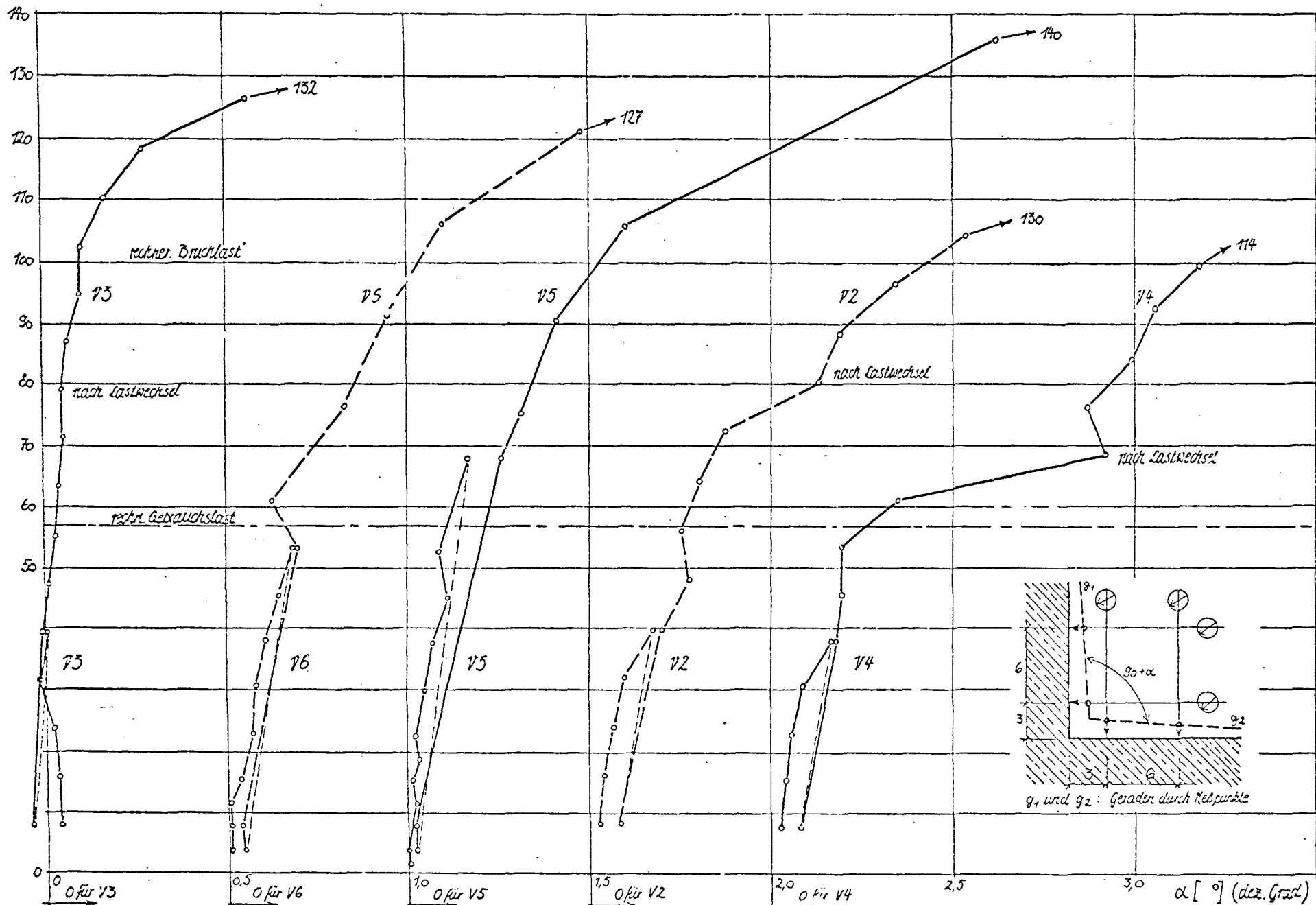
$(P/P_{u,r}) \cdot 100 [\%]$



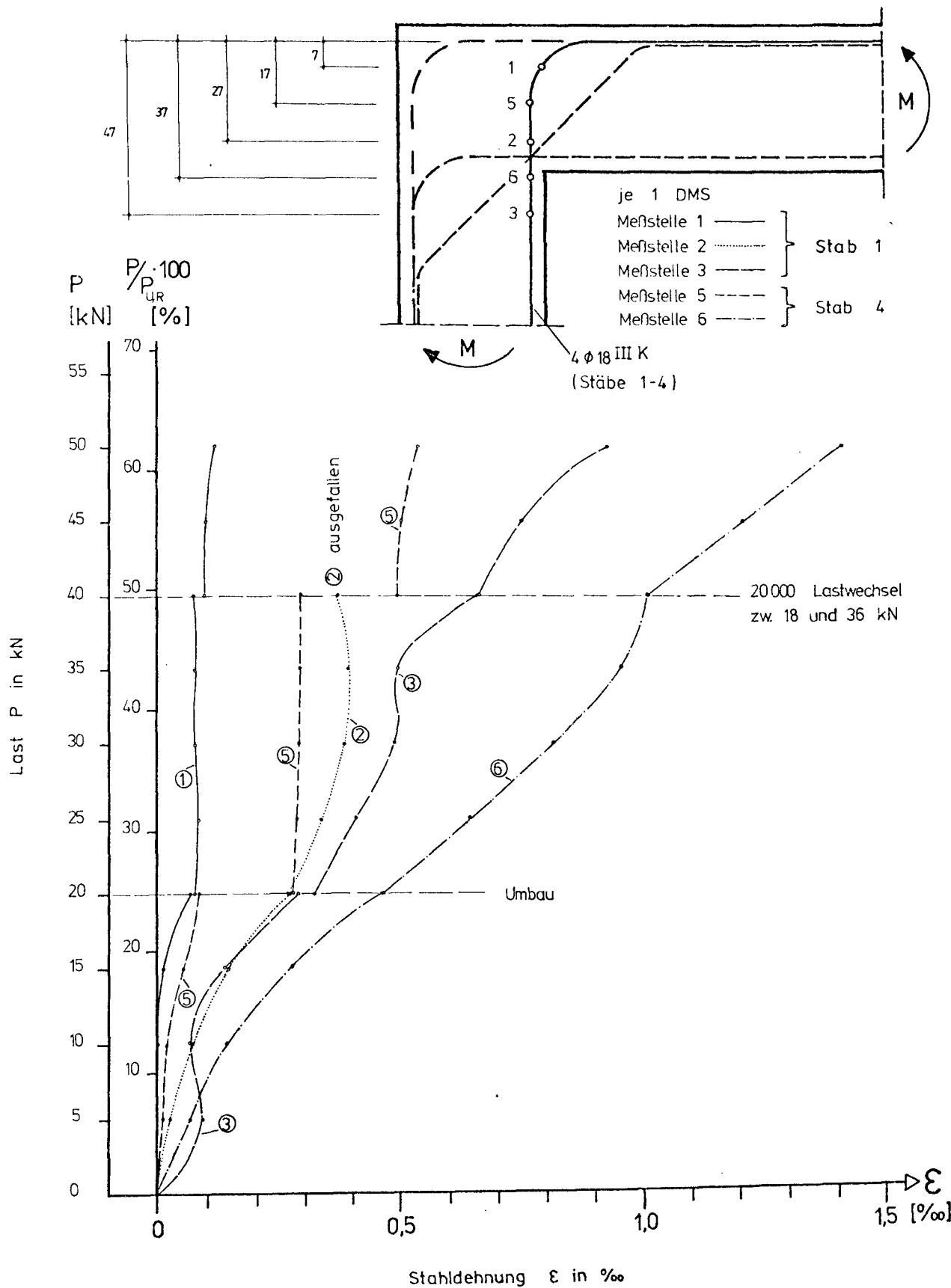
$(P / P_{UR}) \cdot 100$



$(P/P_{u,p}) \cdot 100 \text{ [\%]}$



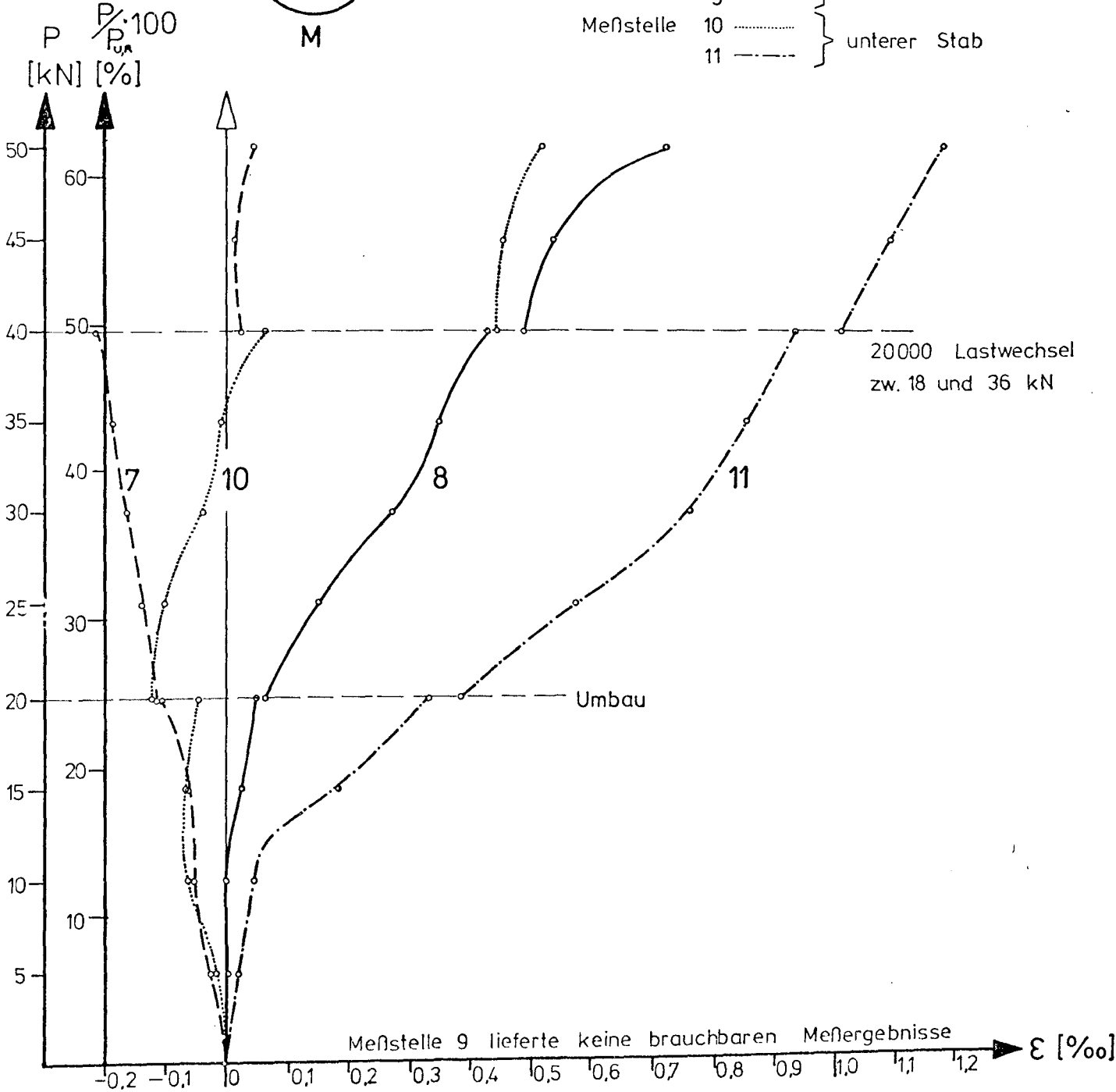
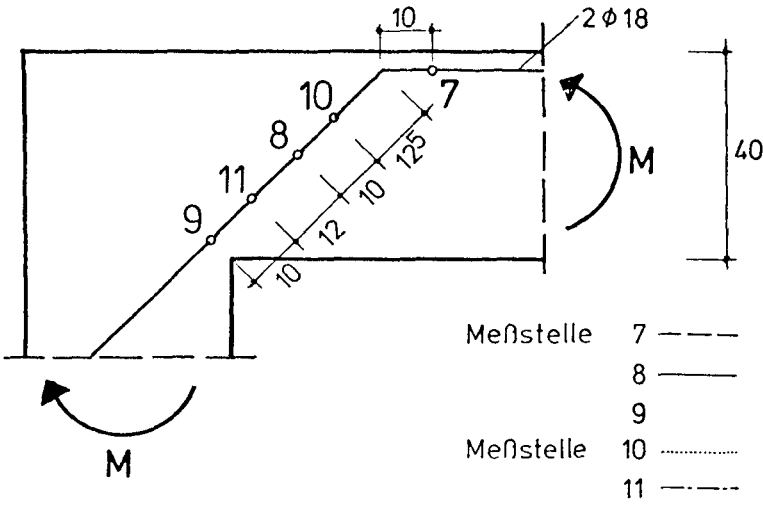
V1



gemessen mit DMS

V1

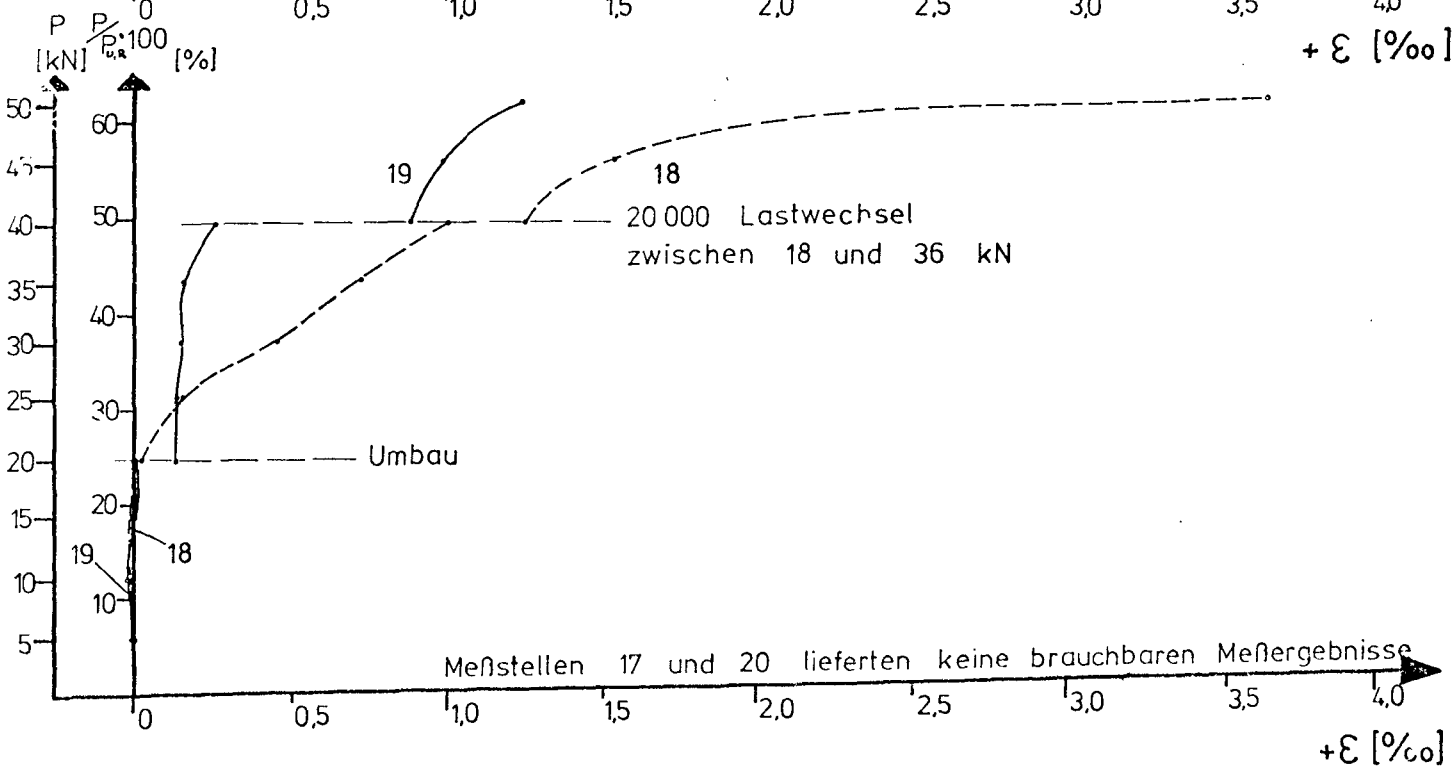
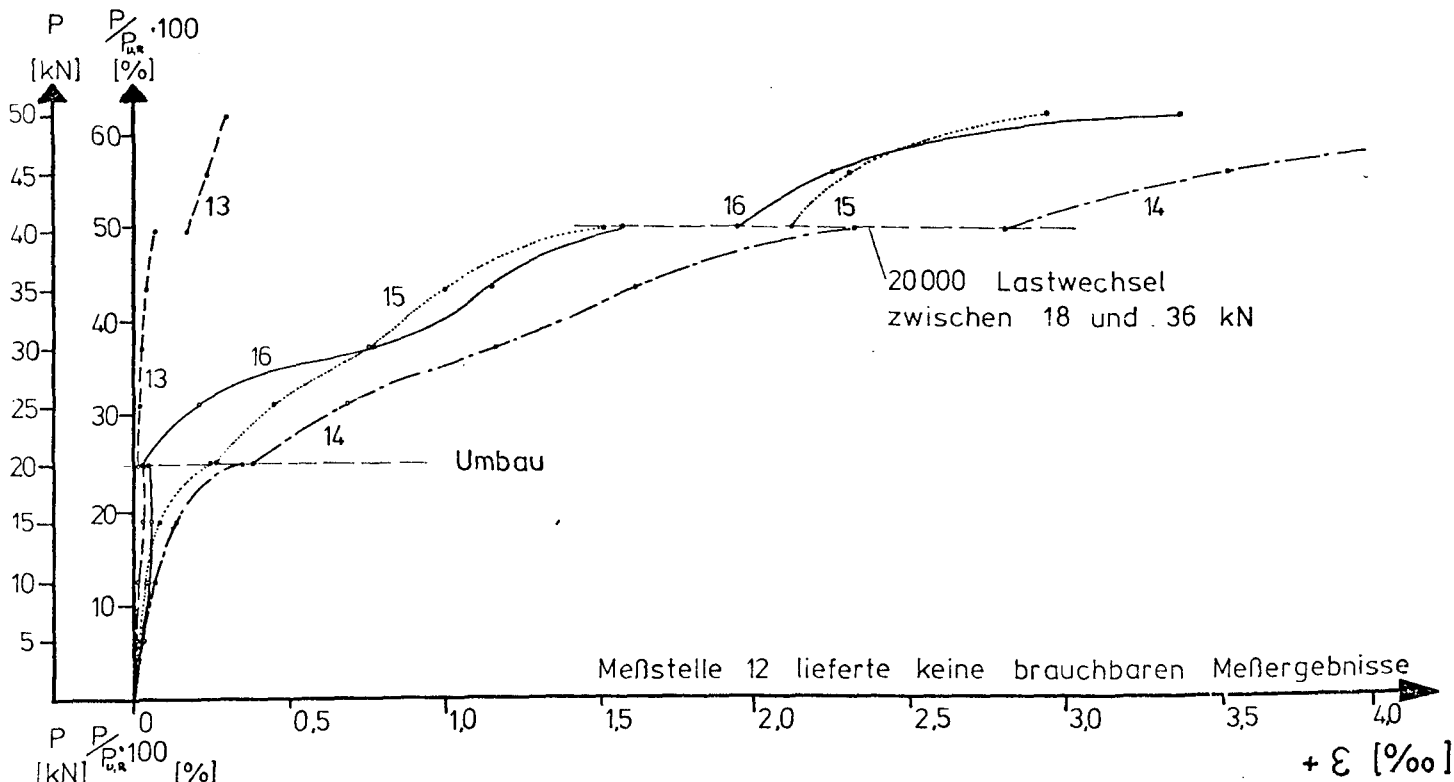
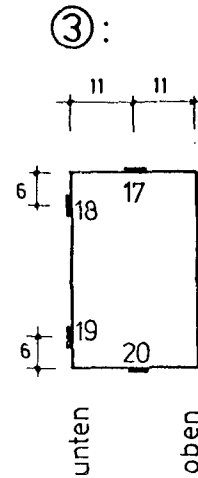
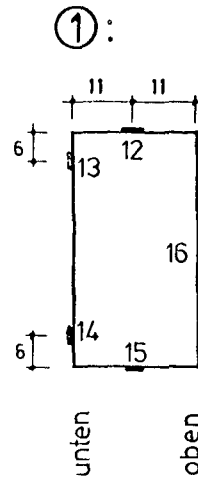
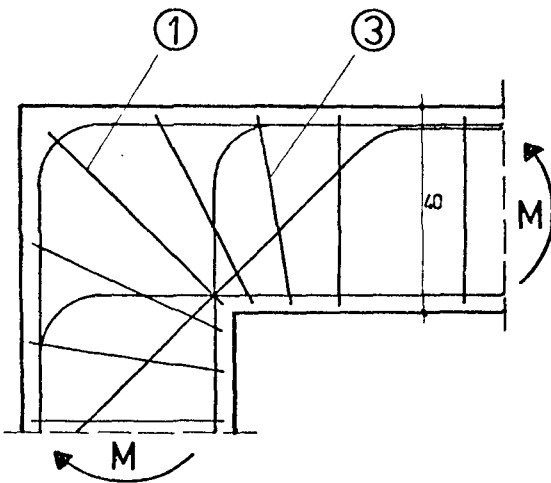
Meßstellenbezeichnung



gemessen mit DMS

Meßstellenbezeichnung :

V1

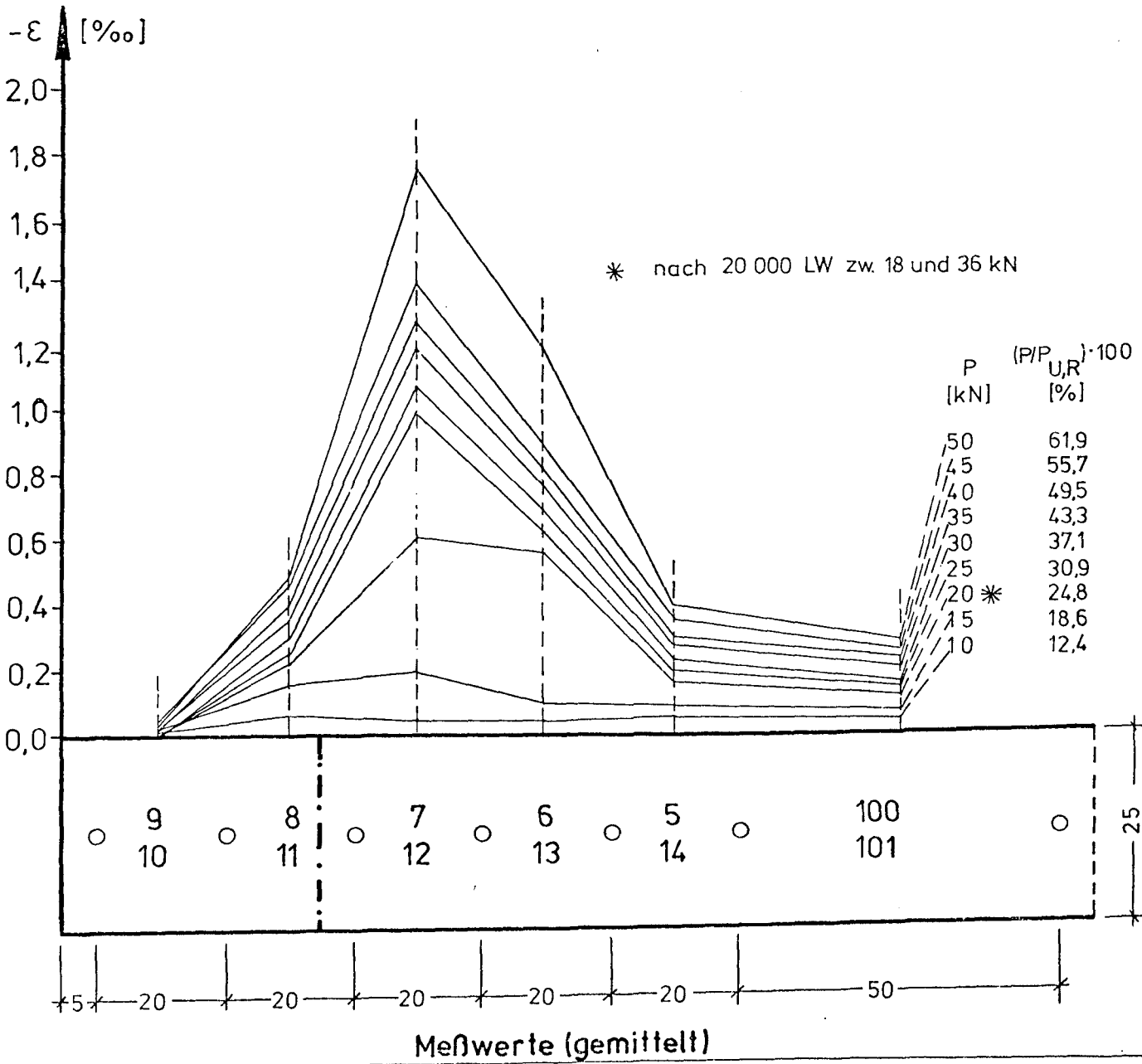
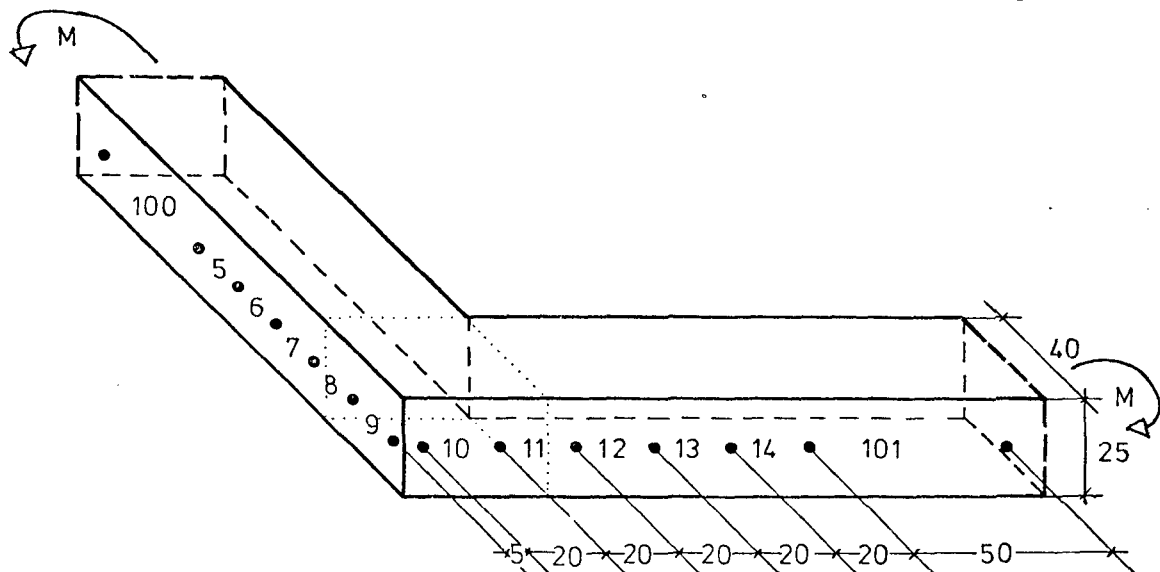


Betondehnungen

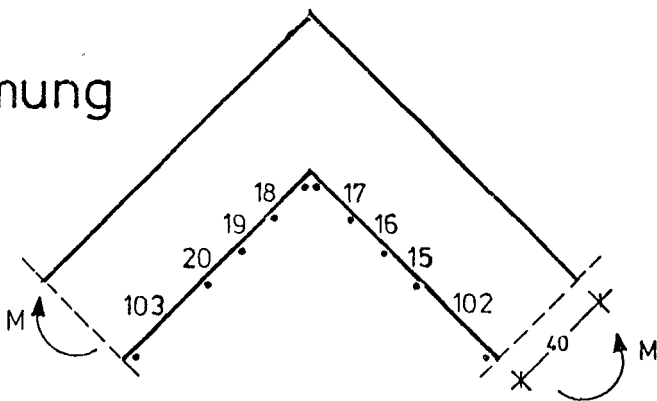
Anlage 27

gemessen mit 20 cm bzw 50 cm
Setzdehnungsmesser

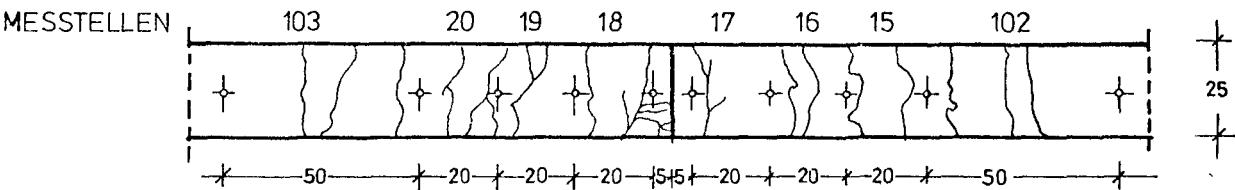
V1



V1



Rissbildung im Bruchzustand

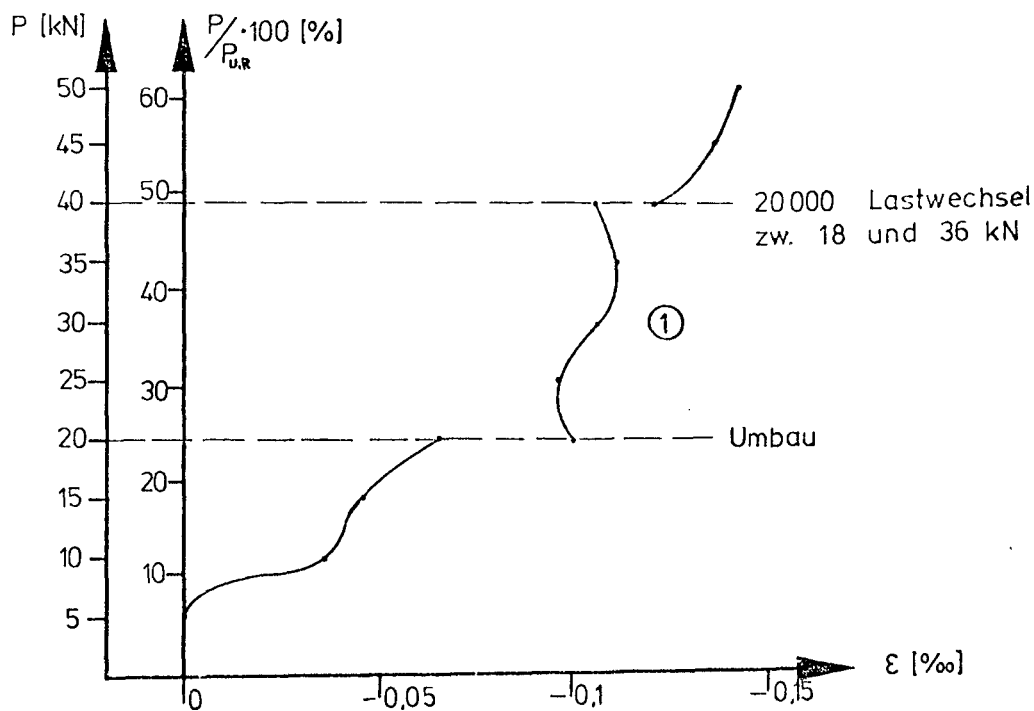
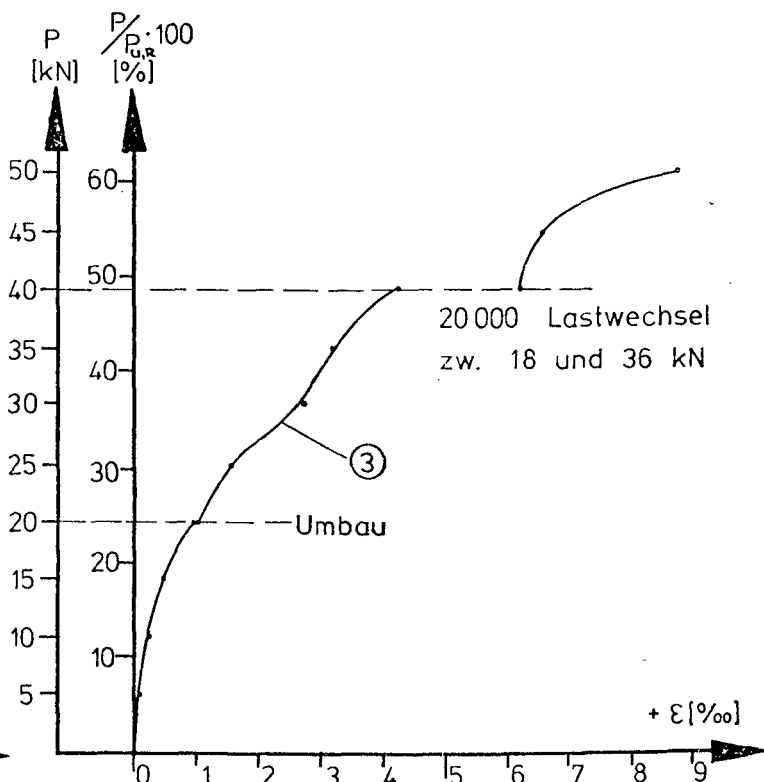
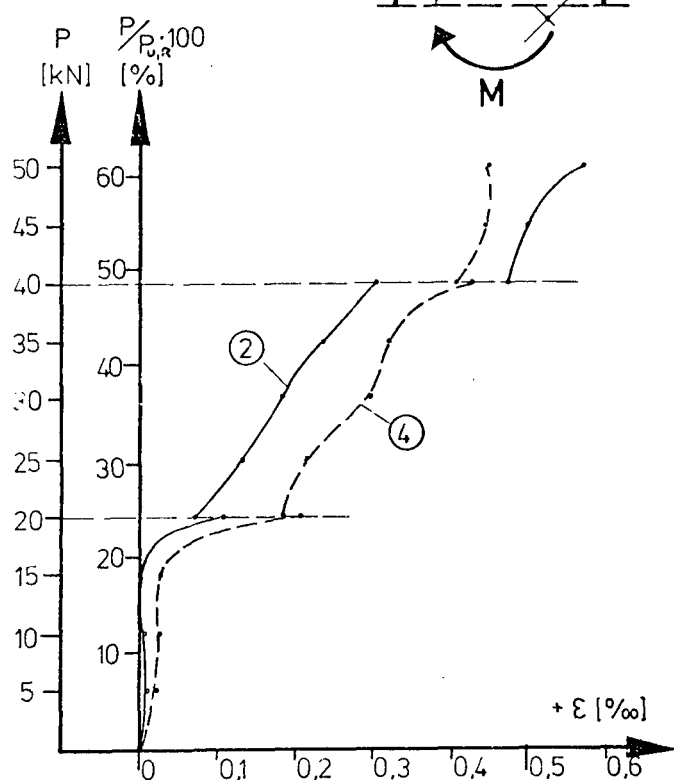
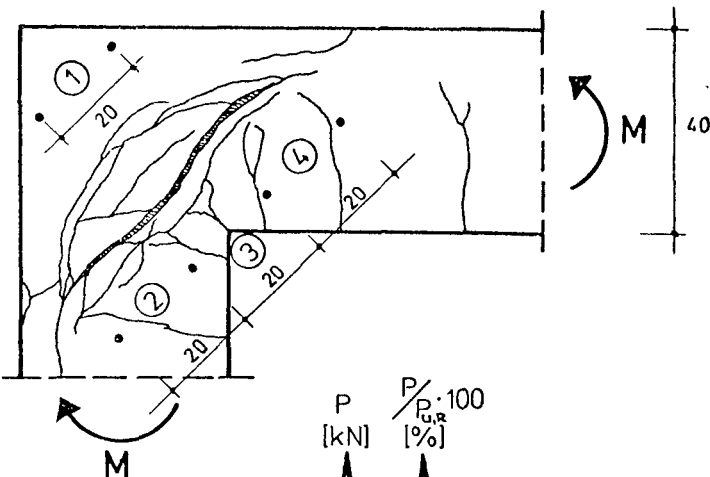


INNENSEITE

Messwerte gemessen mit Setzdehnmessger 20 bzw. 50 cm

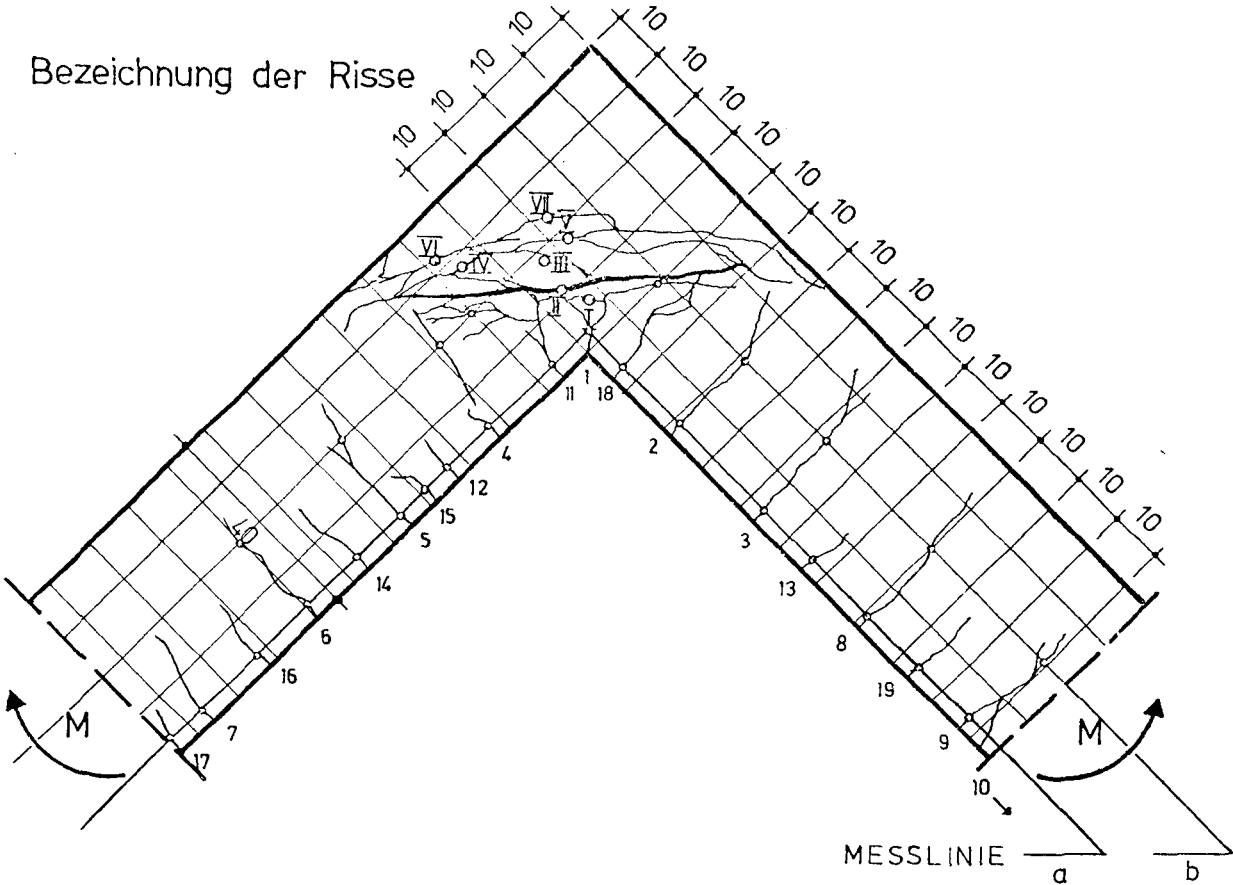
P [kN]	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$ [%]	Verlängerung der Meßstrecken in $\frac{1}{100}$ mm							
		Meßstrecke Nr.							
		17	18	16	19	15	20	102	103
5	6,2	1,0	1,0	0,6	0,7	1,3	0,9	1,7	1,7
10	12,4	2,7	2,2	1,0	1,5	2,4	1,7	3,3	3,2
15	18,6	4,9	4,6	1,6	3,2	4,1	3,6	5,3	5,1
20	24,5	10,0	8,2	2,4	6,3	8,2	6,4	9,8	7,9
Umbau									
0	0	3,1	2,7	4,3	1,2	0,0	1,9	2,2	0,9
5	6,2	4,6	3,8	5,2	2,1	1,3	3,0	3,7	2,5
10	12,4	6,1	5,7	5,3	3,6	2,1	3,9	5,8	4,1
15	18,6	8,0	6,5	5,9	4,7	3,5	5,3	6,7	5,5
20	24,8	10,0	8,4	6,4	6,6	5,5	6,6	10,0	7,8
25	30,9	13,4	10,2	8,6	9,5	9,3	10,0	15,6	13,9
30	37,1	16,7	11,2	9,6	11,9	13,5	13,4	22,0	20,2
35	43,3	20,4	13,4	10,8	14,2	16,4	16,2	28,9	25,3
40	49,5	24,4	14,9	12,6	15,6	19,4	19,5	34,0	30,1
20 000 Lastwechsel zwischen 18 und 36 kN									
0	0	11,2	6,2	5,2	2,8	0,2	5,9	9,4	7,8
10	12,4	14,0	7,9	6,3	4,9	3,9	9,1	15,6	13,9
20	24,8	19,0	11,1	8,6	8,6	9,3	14,0	23,4	21,7
25	30,9	21,4	12,6	9,2	10,7	11,6	16,4	28,1	25,5
30	37,1	24,2	14,2	10,2	12,3	14,5	18,8	31,5	28,4
35	43,3	26,5	16,1	11,4	14,5	16,8	21,1	35,1	31,7
40	49,5	28,8	17,8	12,3	16,0	18,8	23,2	38,6	34,4
45	55,7	31,2	19,0	13,2	17,9	20,2	25,7	42,7	38,5
50	61,9	35,5	23,3	14,2	18,8	22,9	28,0	46,9	42,5

Meßstellenbezeichnung ; Rißbildung



Rißbreiten V1

Bezeichnung der Risse

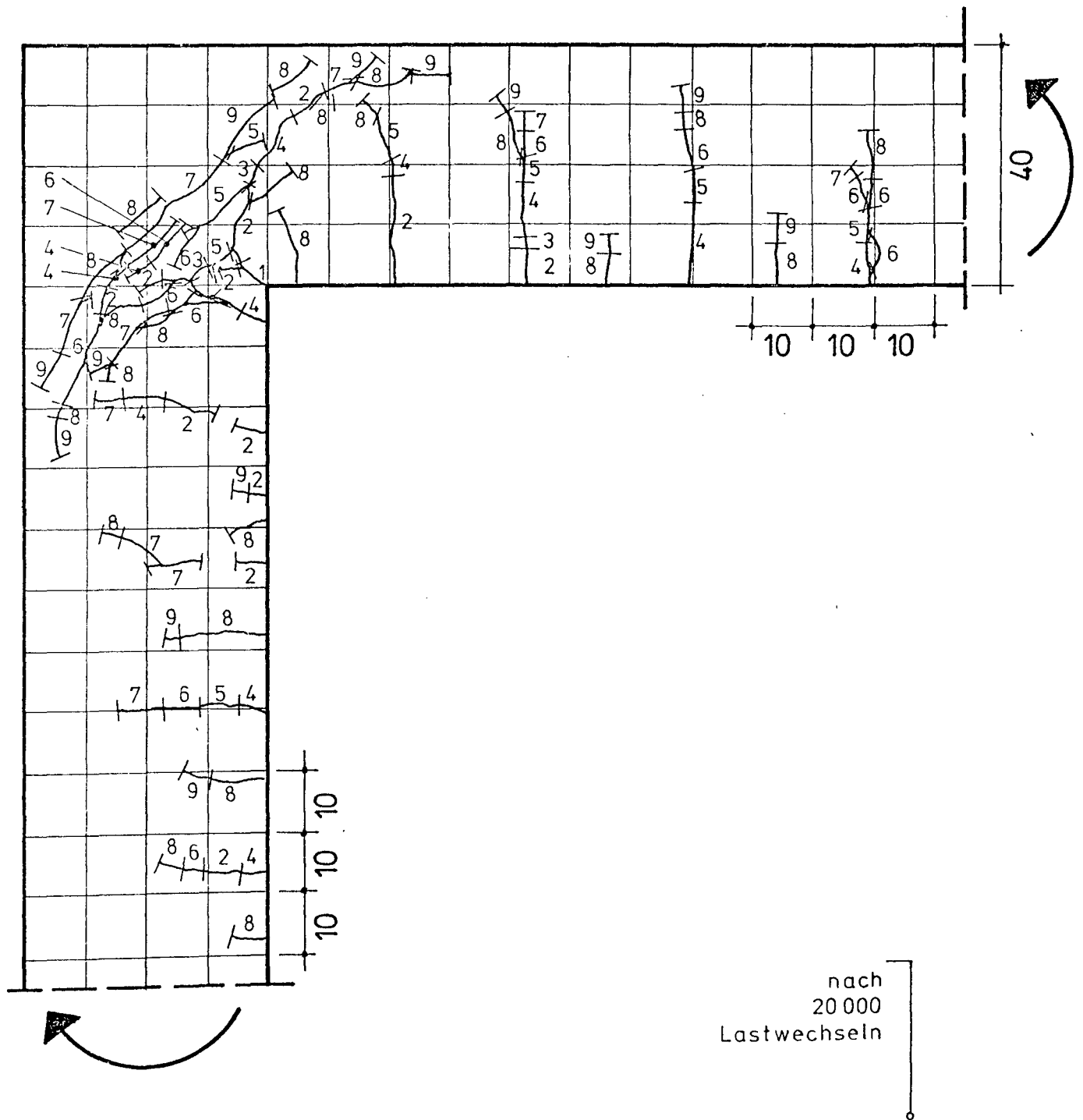


P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreiten in 1/100 mm - gemessen auf Meßlinie a																	
[kN]	[%]	Riß Nr.:																	
10	12,4	6																	
15	18,6	9	6	5	6	1													
20	24,8	12	8	6	6	5													
25	30,9	16	10	8	3	2	4	3	5	2	3	7							
30	37,1	18	10	9	5	3	4	7	8	3	4	8							
35	43,3	27	18	13	6	5	6	9	12	4	5	8	3						
40	49,5	43	18	13	14	8	7	9	13	6	11	8	3						
20 000 Lastwechsel zwischen 18 und 36 kN																			
10	12,4	13	6	8	8	5	4	7	7	5	5	6	1						
20	24,8	15	10	10	12	6	7	10	10	6	8	10	2						
25	30,9	17	11	15	12	7	7	10	12	6	10	10	3						
30	37,1	18	14	15	12	7	9	10	13	11	10	10	5						
35	43,3	23	16	17	16	7	9	10	16	8	11	11	3	5	8	3	6	4	9
40	49,5	21	17	20	17	7	10	10	17	11	11	11	5	5	8	5	7	6	11
45	55,7	25	20	20	20	10	10	12	20	13	12	15	5	5	8	6	8	6	13
rechnerische Gebrauchslast																			
50	61,9	35	18	22	21	9	13	12	20	13	15	17	5	7	8	7	10	7	15
53	66																		

P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreiten in 1/100 mm - gemessen auf Meßlinie b. Riß Nr.:									Rißbreiten in 1/100 mm Riß Nr.:						
kN	%	1	2	3	4	5	6	8	9	11	I	II	III	IV	V	VI	VII
10	12,4																
15	18,6																
20	24,8																
25	30,9	9	6														
30	37,1	14	7	3	3					2							
35	43,3	24	9	3	5			3		7	27	10	8	16			
40	49,5	36	9	5	8	5	4	7		9	42	33	11	34	20	8	
		20 000 Lastwechsel zwischen 18 und 36 kN															
10	12,4	55	5	4	6	3	5	5		8	23	62	12	22	11	21	
20	24,8	65	7	6	7	5	5	6		8	22	80	15	27	16	23	
25	30,9	85	8	10	10	6	5	6		12	25	85	16	30	20	25	
30	37,1	85	11	10	10	6	6	8		12	25	95	20	30	22	22	
35	43,3	98	10	8	11	7	7	10		13	30	100	16	31	22	30	5
40	49,5	98	11	8	12	7	7	10		13	31	102	20	33	25	27	6
45	55,7	100	11	10	12	10	8	10	6	13	31	120	20	37	30	30	6
	57,1	rechnerische Gebrauchslast															
50	61,9	180	13	12	15	10	8	12	7	9	35	190	30	38	45	38	6
53	66																

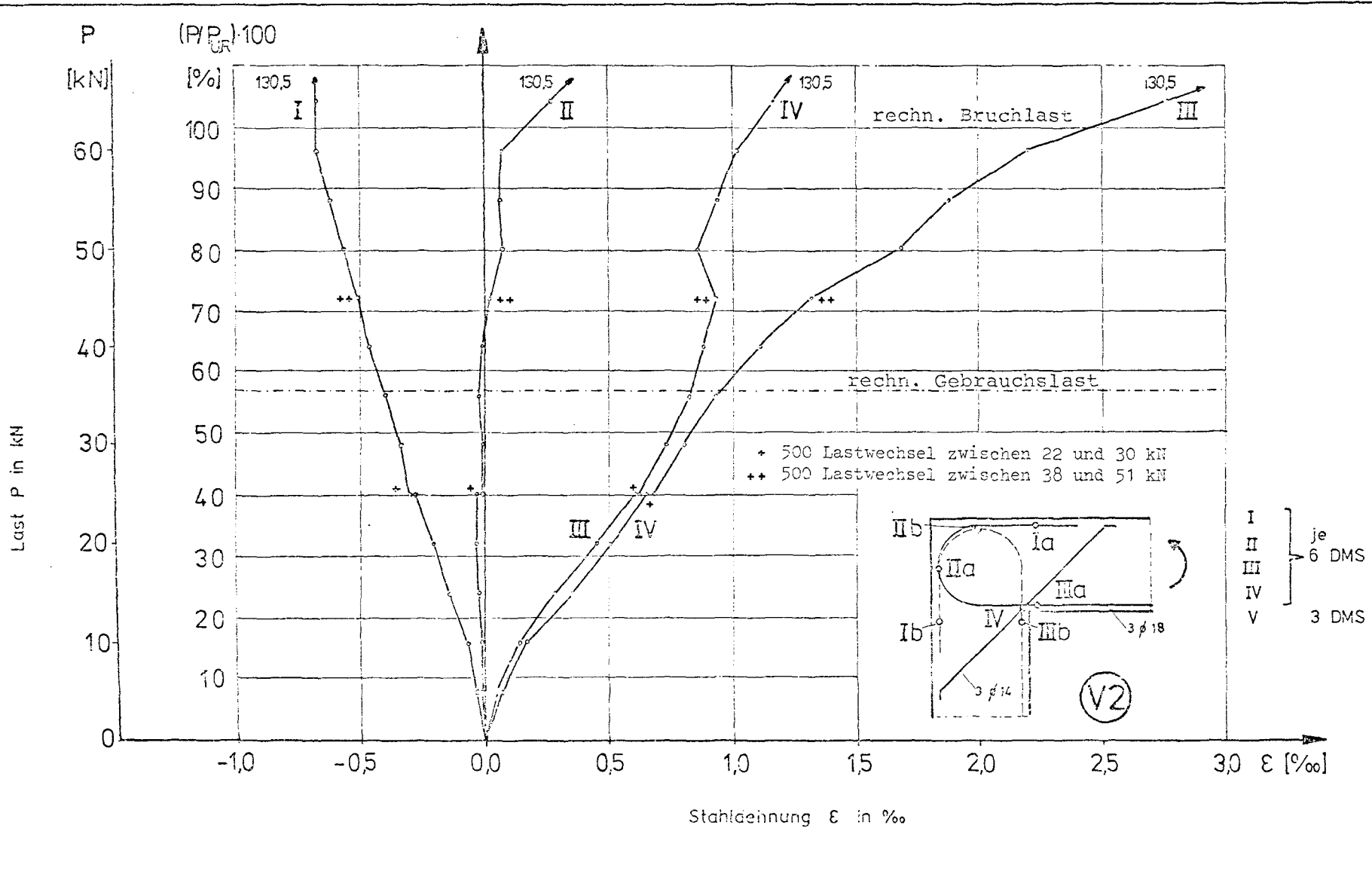
Rißentwicklung V1

Rißbild mit Angabe der Laststufen



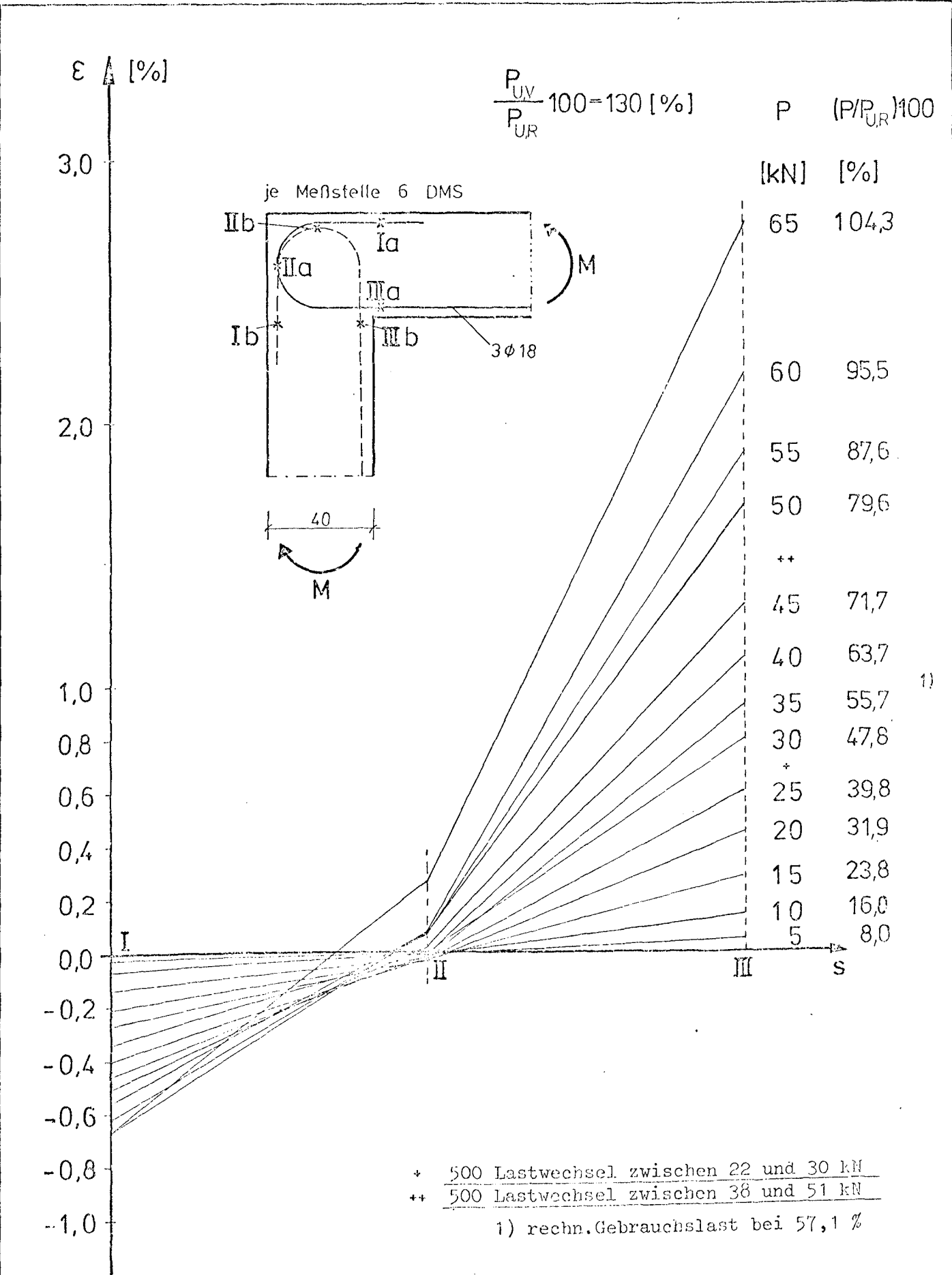
Laststufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\frac{P}{P_{UR}} \cdot 100 [\%]$	12,4	18,6	24,8	30,9	37,1	43,3	49,5	49,5	61,9

V2



(Mittelwerte aller Meßstellen)
gemessen mit DMS

V2

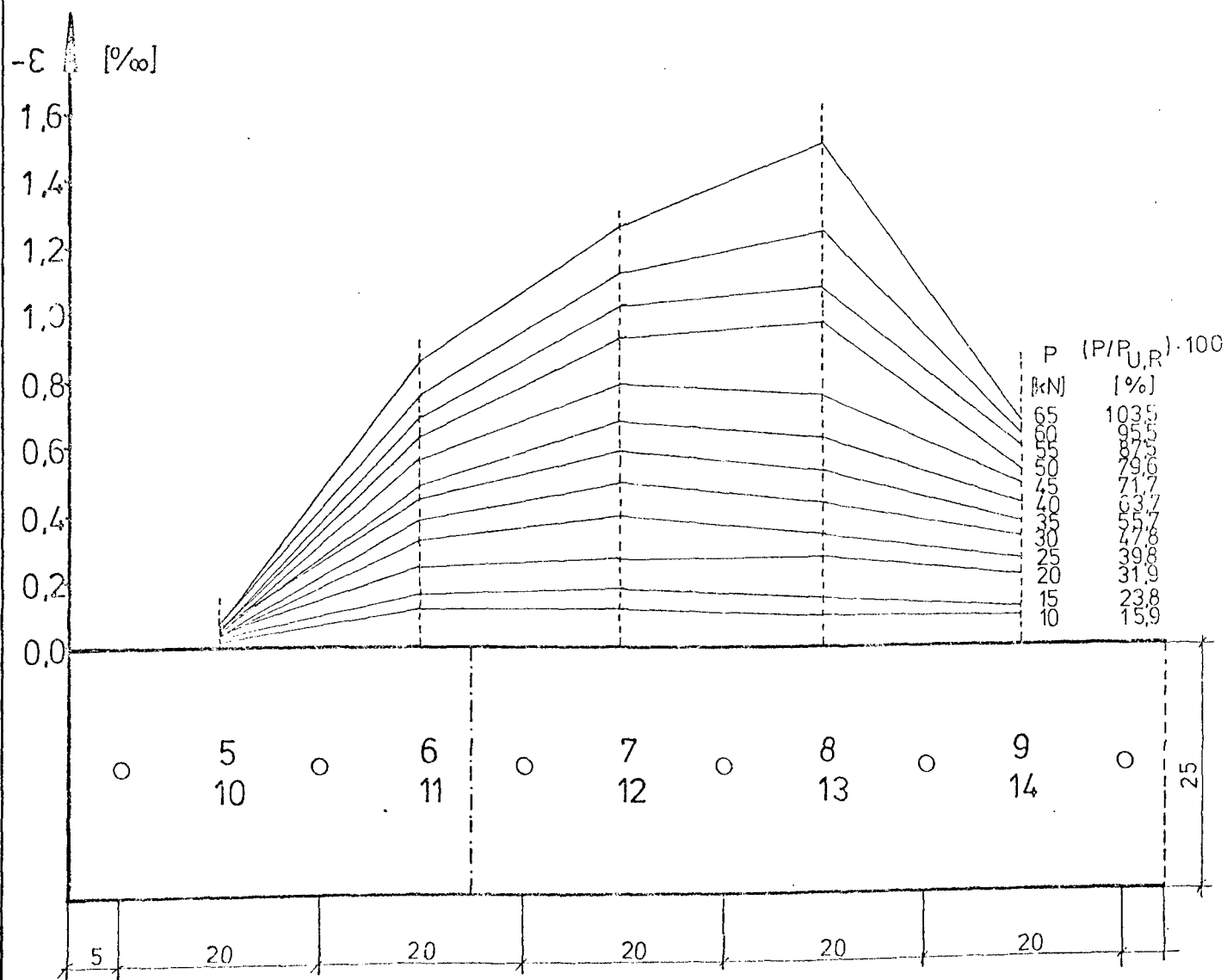
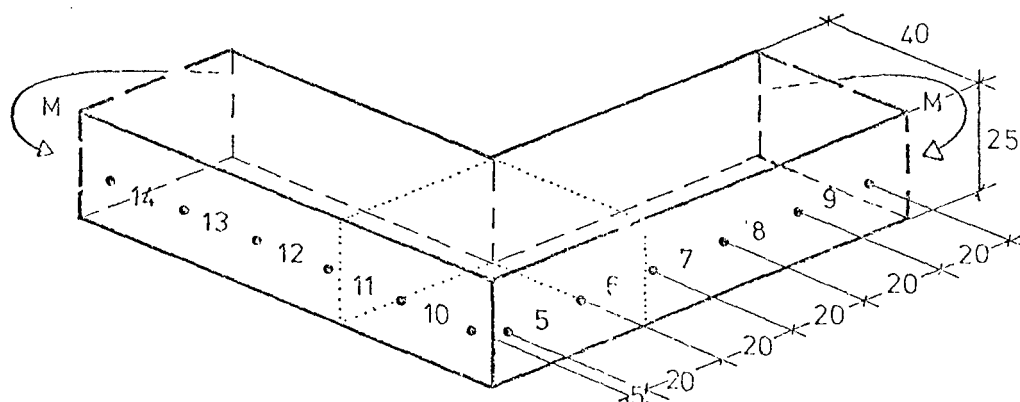


Betondehnungen

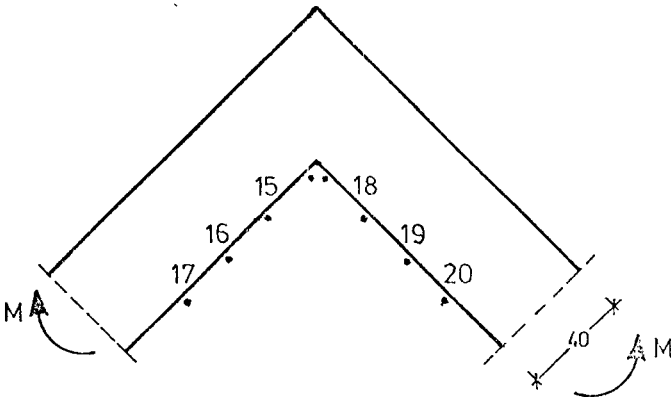
gemessen mit 20cm Setzdehnmessger

Anlage 35

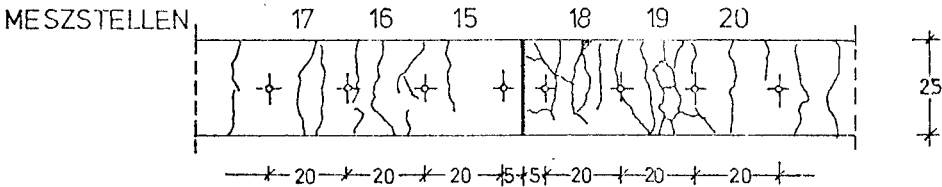
V2



Meßwerte (gemittelt)



Rissbildung im Bruchzustand



INNENSEITE

Messwerte gemessen mit Setzdehnungsmesser 20cm

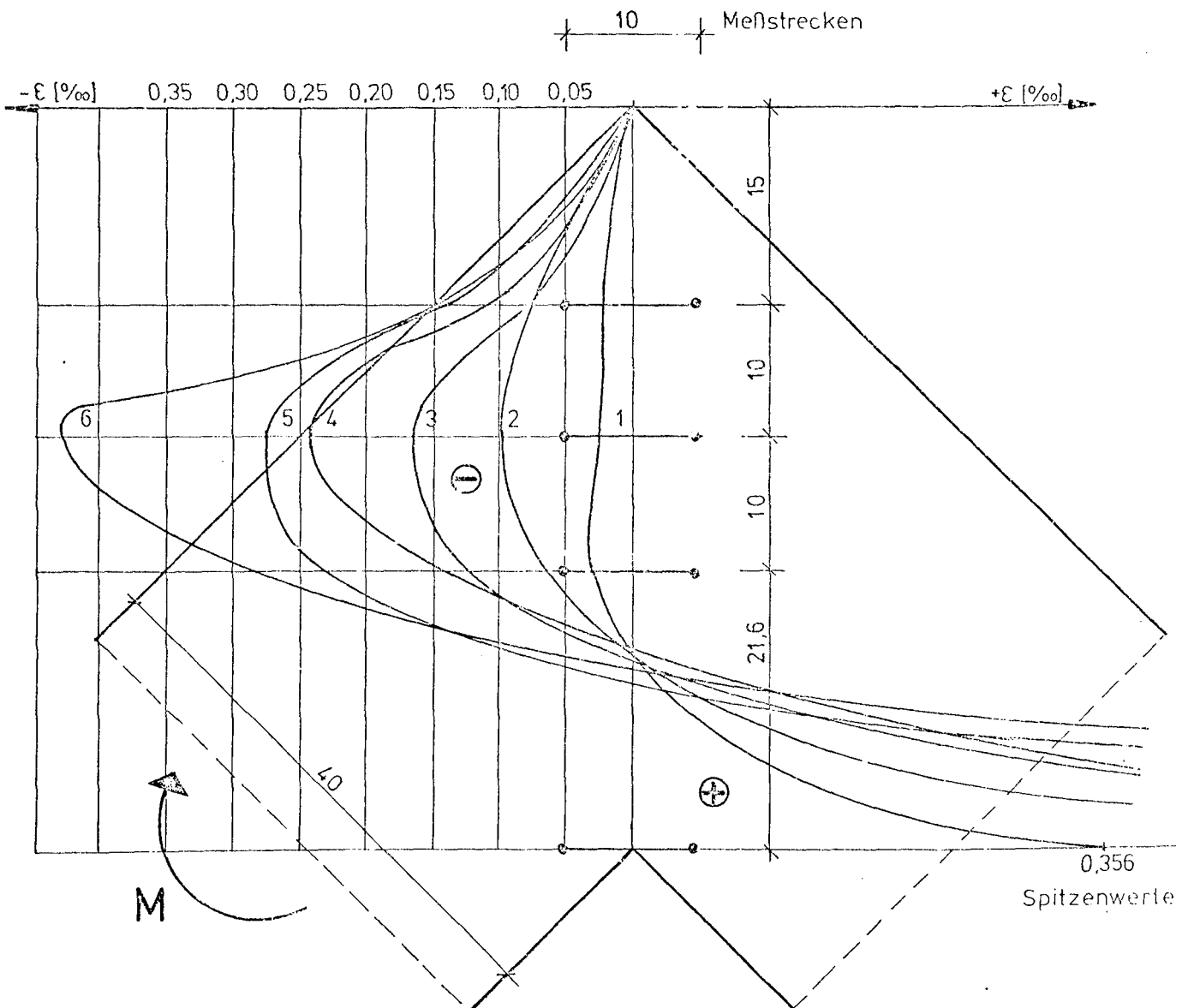
P [kN]	$\frac{P}{P_{U, \epsilon}} \cdot 100$ [%]	Verlängerung der Meßstrecken in $\frac{1}{100}$ mm					
		Meßstrecke Nr.					
		15	18	16	19	17	20
5	8,0	0,6	0,3	0,7	0,5	0,8	0,5
10	15,9	1,4	1,7	1,6	1,6	1,3	1,2
15	23,8	3,1	4,4	8,6	4,7	4,2	3,7
20	31,9	6,4	9,1	9,5	8,8	7,7	7,0
25	39,8	9,0	12,4	13,8	12,2	11,0	10,2
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN							
5	8,0	3,3	4,8	5,7	4,9	4,4	3,7
25	39,8	10,3	14,6	16,1	14,5	13,0	11,4
30	47,8	12,2	16,3	18,5	16,6	15,1	13,3
35	55,7	14,0	18,7	21,4	19,4	18,2	15,3
40	63,7	16,4	21,2	25,0	22,7	21,5	18,5
45	71,7	18,5	24,3	28,6	26,2	24,6	21,1
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN							
50	79,6	21,9	28,8	35,3	32,6	31,3	26,1
55	87,5	23,9	32,6	39,1	36,5	34,6	28,5
60	95,5	28,0	37,2	44,4	41,4	38,8	31,7
65	103,5	33,3	43,0	53,1	49,0	44,4	35,6
81,3	130,0						

Betondehnungen

gemessen auf der Eckdiagonalen
10 cm Setzdehnungsmesser

Anlage 37

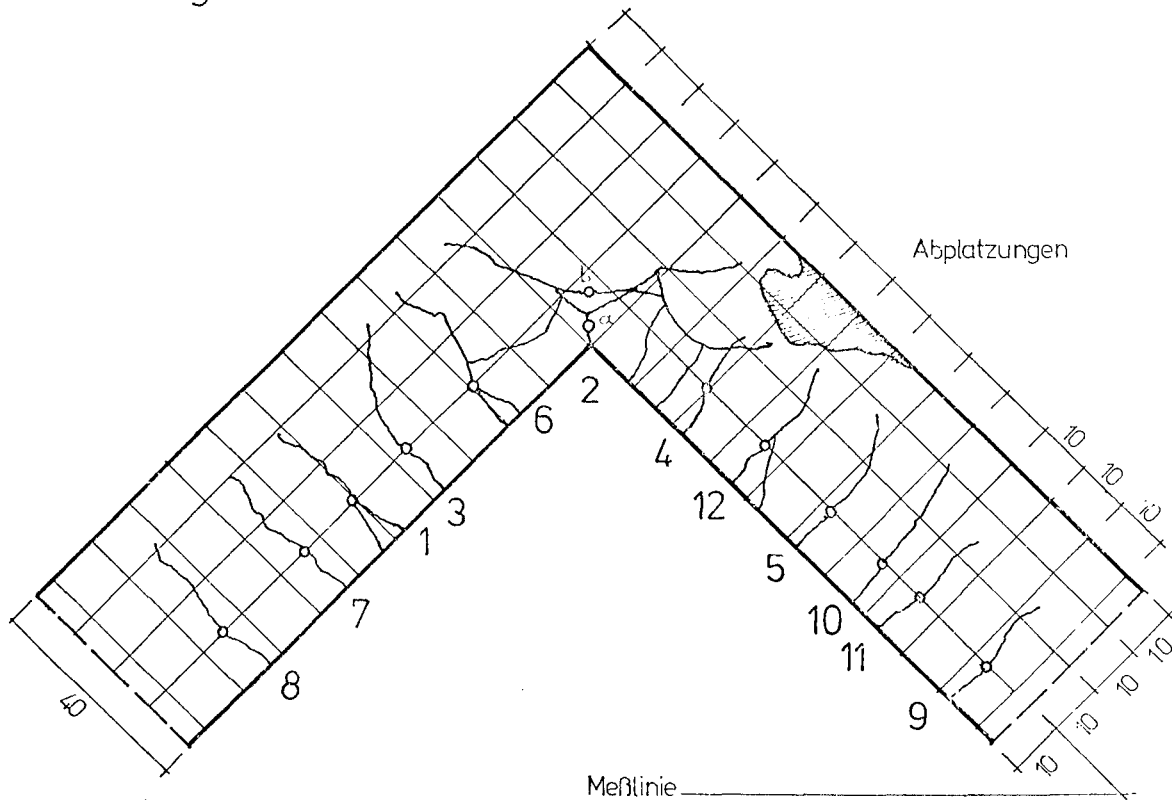
V2



Kurve	P [kN]	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$ [%]	Spitzenwert ε [‰]
1	10	15,9	0,356
2	20	31,9	1,850
3	35	55,7	4,316
4	45	71,7	5,163
5	55	87,5	5,776
6	65	103,5	7,588

Rißbreiten V2

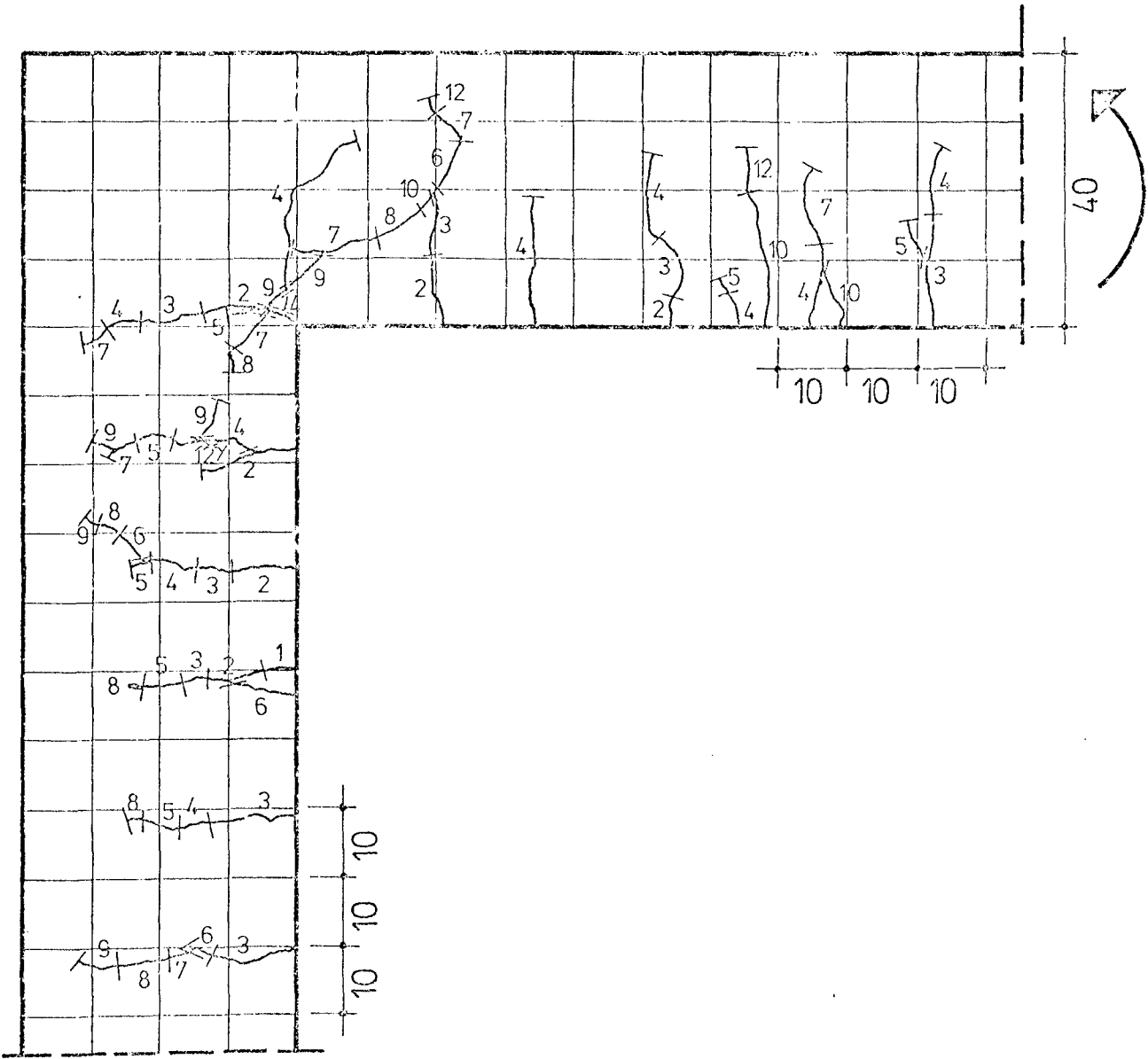
Bezeichnung der Risse



P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißweiten in 1/100 mm - gemessen auf der Meßlinie												
kN	%	Riß Nr.												
		1	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	23,8	2	10											
20	31,9	6	15		7	11	7	9						
25	39,8	10	20		10	12	8	10	10	10	5			
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN														
5	8,0	4	11		2	7	5	6	5	8	3			
25	39,8	10	25		10	15	11	12	12	13	7	5	5	6
30	47,8	12	28		12	15	11	15	12	15	7	6	6	7
35	55,7	12	30		13	20	12	17	16	16	10	7	7	7
rechnerische Gebrauchslast														
40	63,7	16	30		18	20	15	20	20	18	10	7	7	12
45	71,7	16	35		20	28	16	20	20	21	11	7	7	12
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN														
50	79,6	23	35		25	28	18	25	23	21	12	8	7	18
55	87,6	28	35	50	30	30	20	25	25	25	13	8	7	25
60	95,5	35	35	55	36	33	25	30	30	28	15	7	7	27
65	103,5	40	45	75	45	38	25	37	33	30	15	7	8	35
81,3	130													

Rißentwicklung V2

Rißbild mit Angabe der Laststufen



nach
500
Lastwechseln

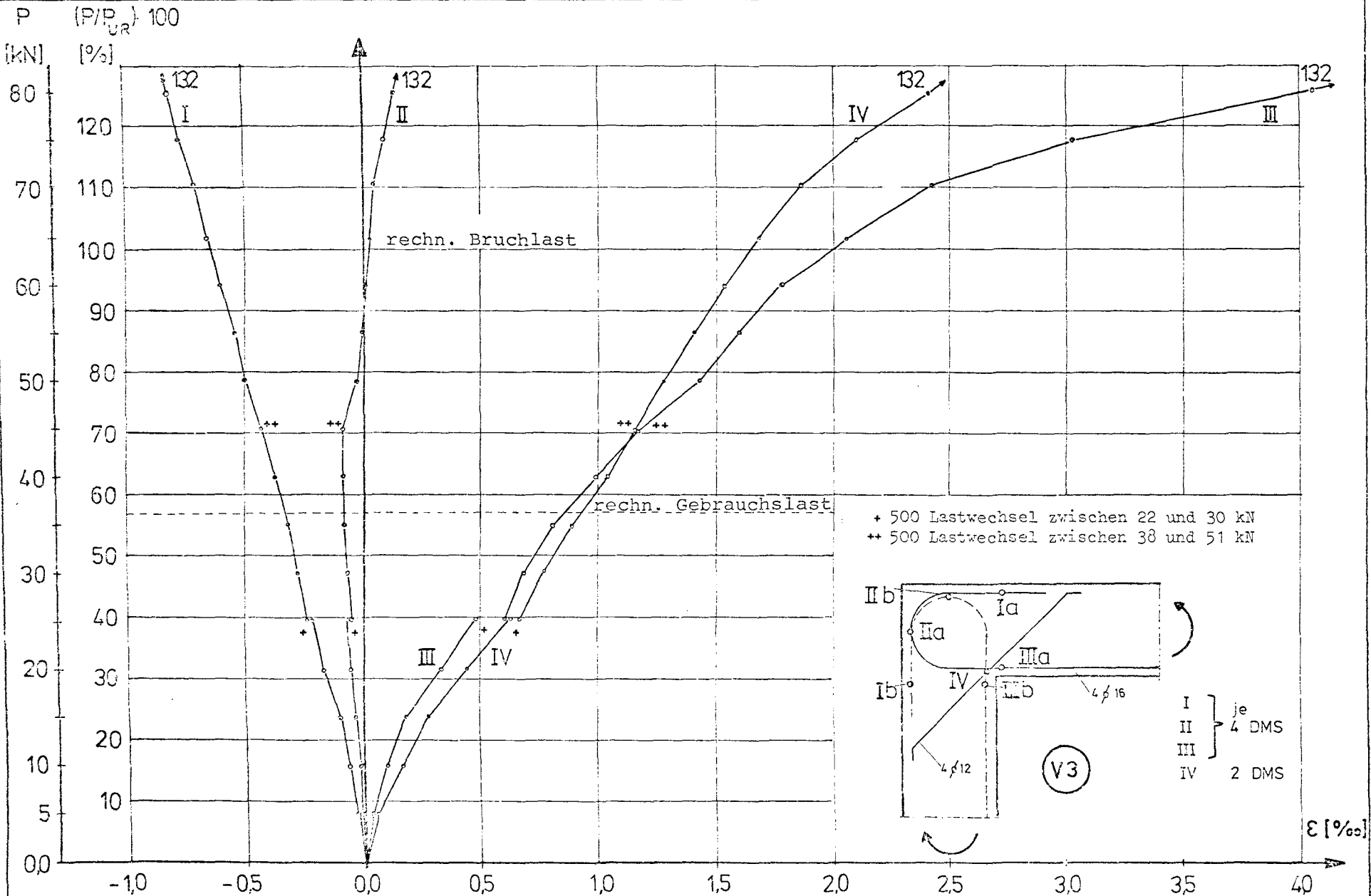
Laststufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\frac{P}{P_{UR}} \cdot 100 [\%]$	23,8	31,9	39,8	39,8	47,8	55,7	63,7	71,7	79,6	87,6	95,5	103,5

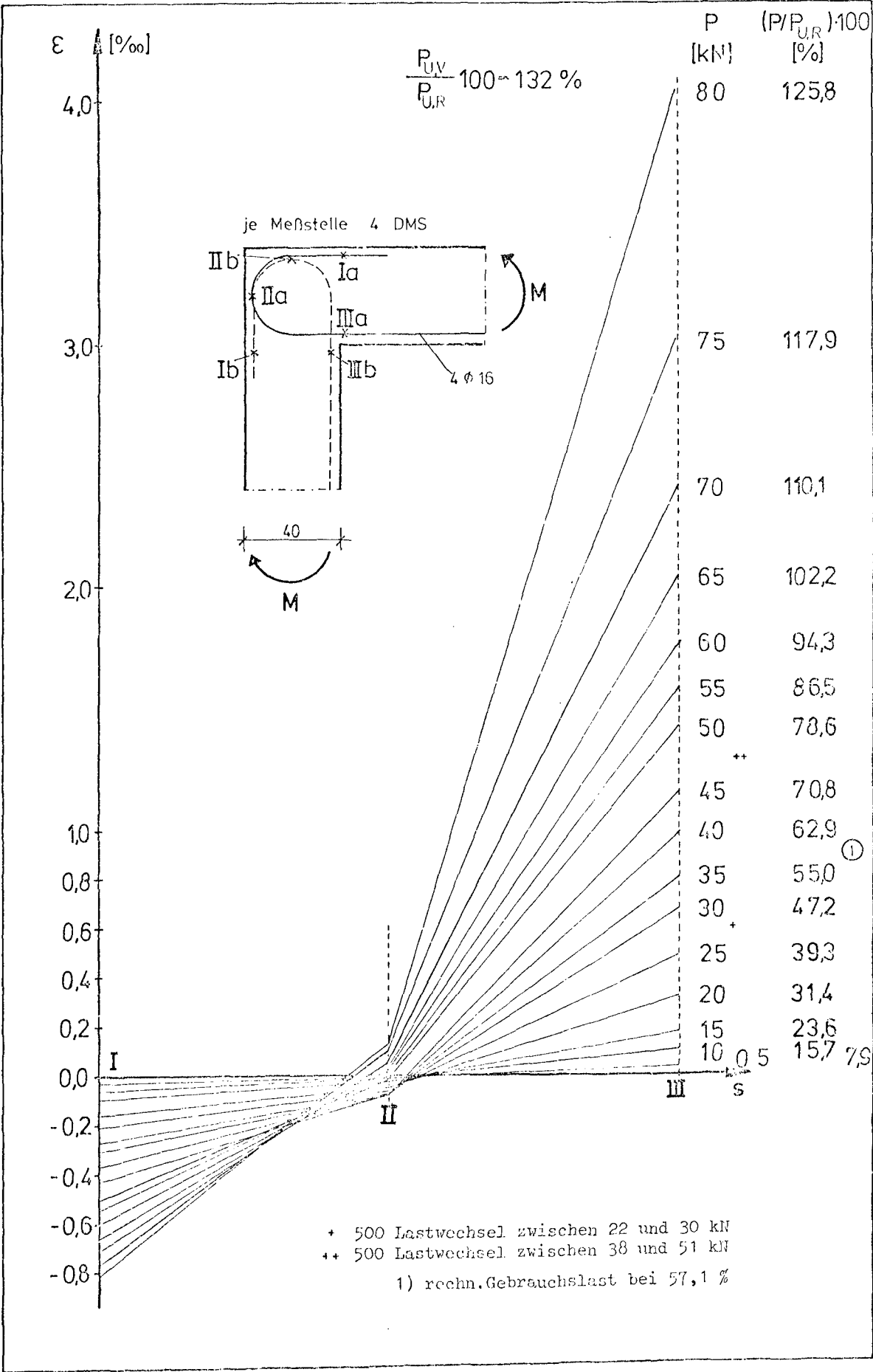
Stahldehnungen

(Mittelwerte aller Meßstellen)
gemessen mit DMS

Anlage 40

V3



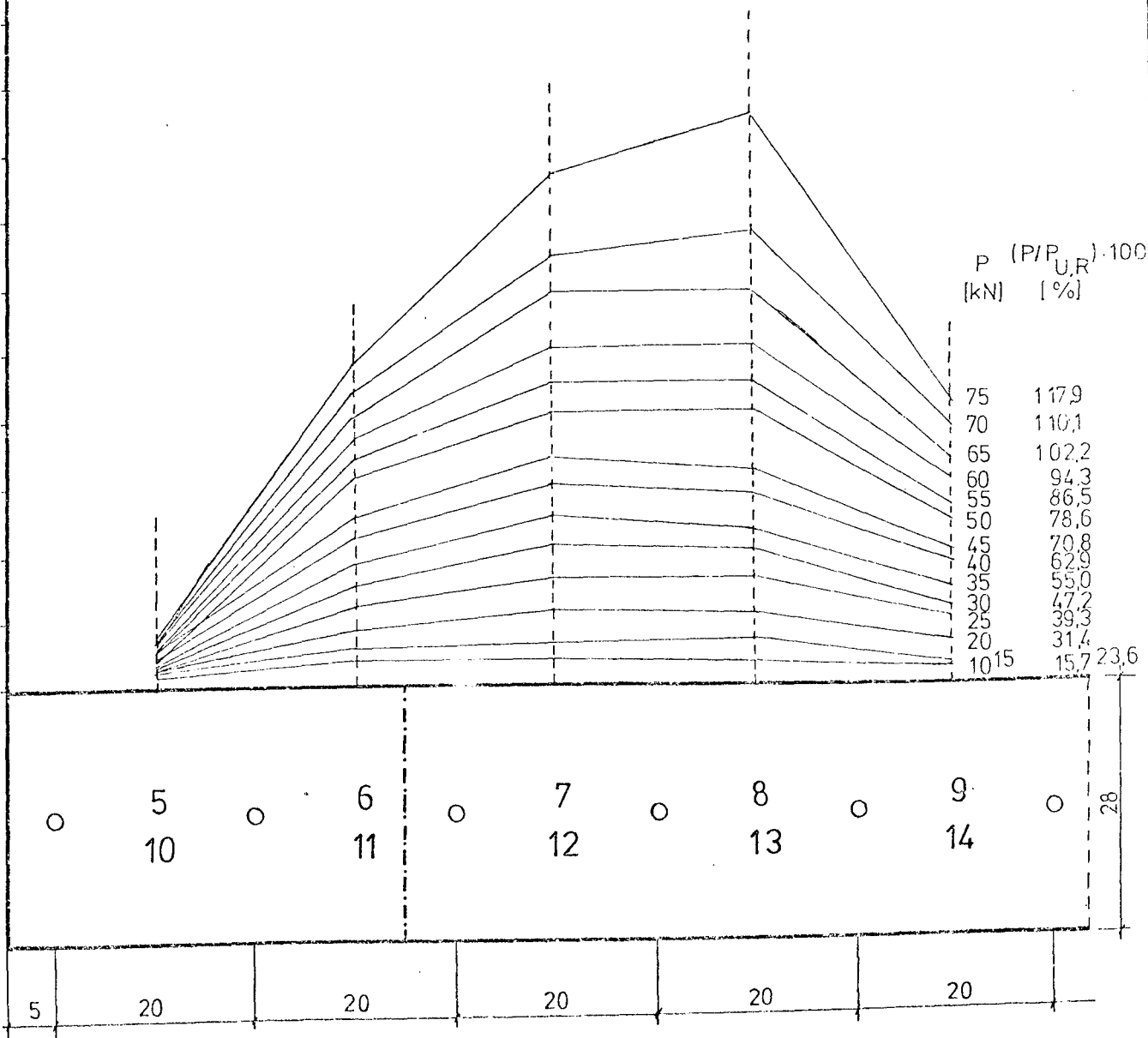
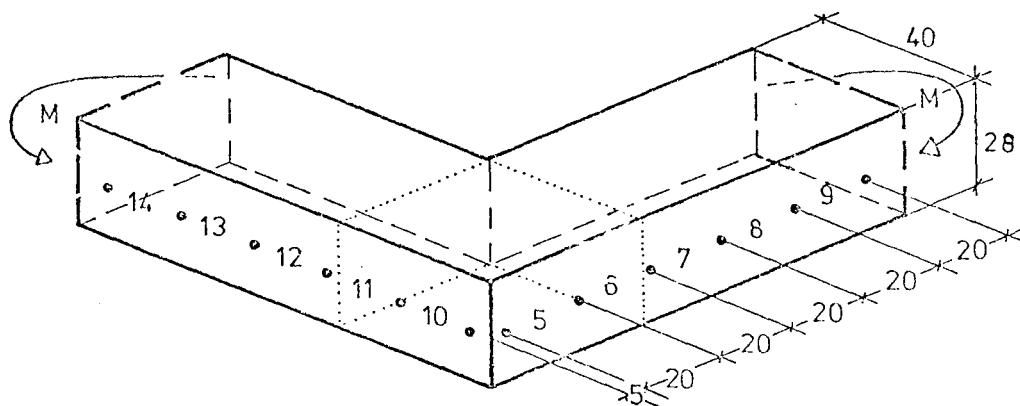


gemessen mit 20 cm Setzdehnungsmesser

V3

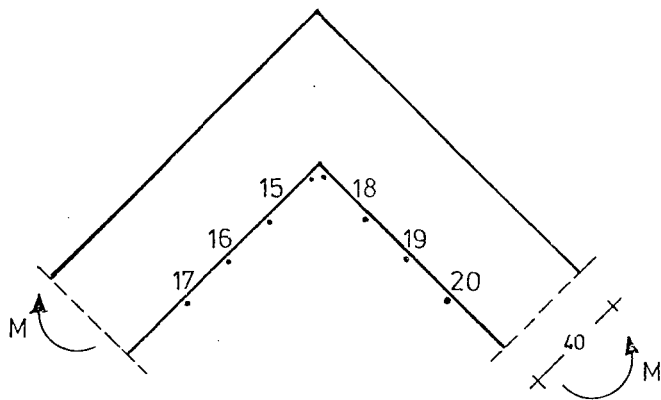
[-ε] [‰]

3,4
3,2
3,0
2,8
2,6
2,4
2,2
2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0

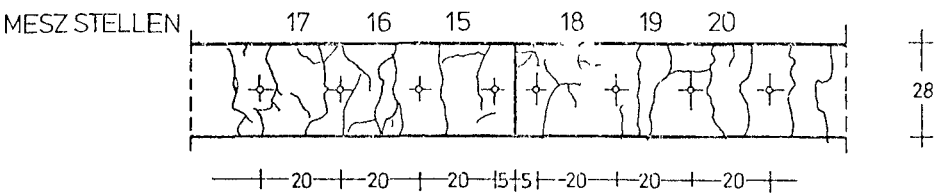


Meßwerte (gemittelt)

V3



Rissbildung im Bruchzustand



INNENSEITE

Messwerte gemessen mit Setzdehnungsmesser 20 cm

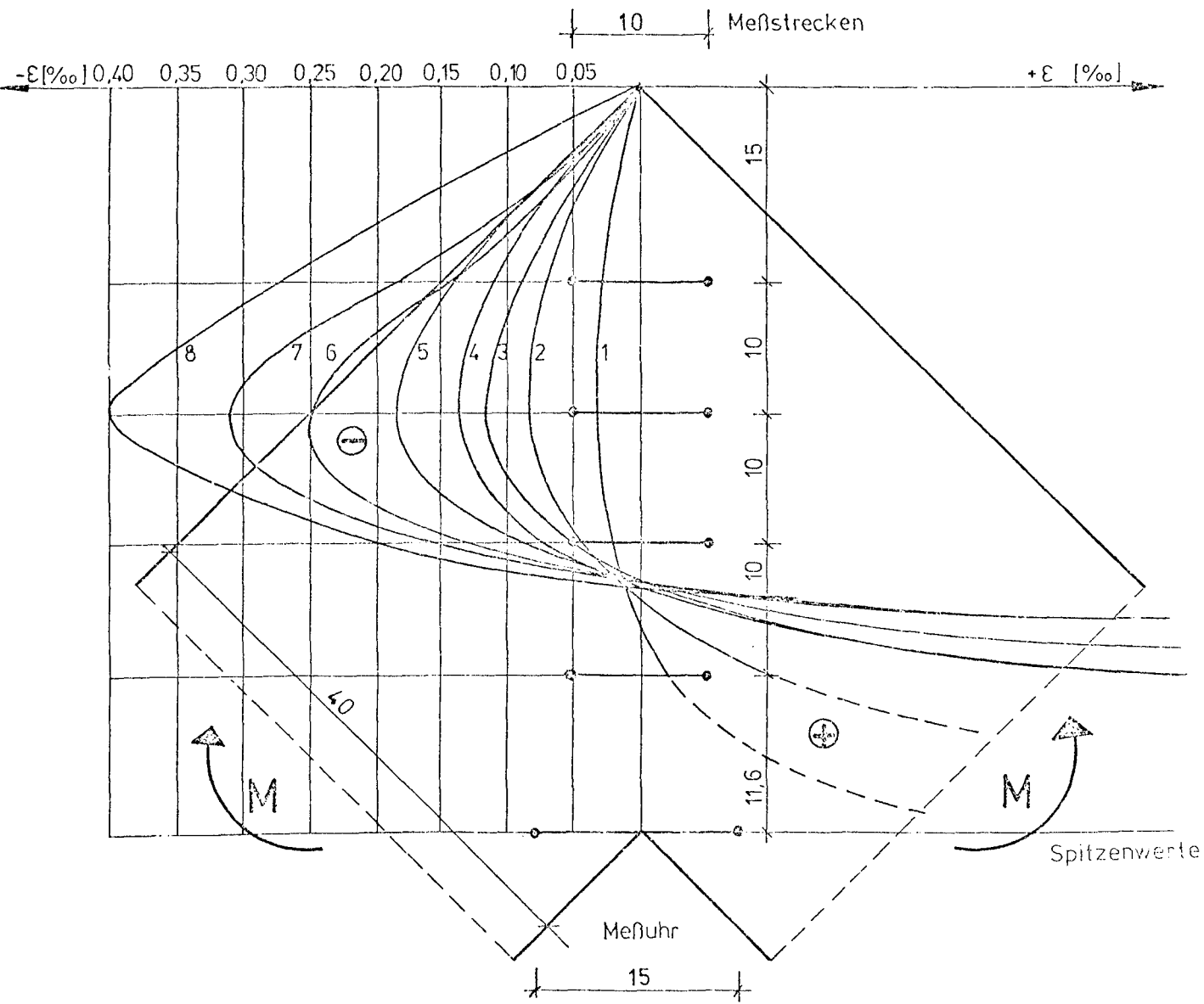
P [kN]	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$ [%]	Verlängerung der Meßstrecken in 1/100 mm					
		Meßstrecke Nr.					
		15	18	16	19	17	20
5	7,9	0,8	1,0	0,5	0,7	0,4	0,6
10	15,7	1,5	1,5	2,0	1,8	1,1	0,8
15	23,6	2,4	3,2	2,9	3,3	2,0	1,4
20	31,4	6,4	8,9	8,0	5,7	3,7	3,3
25	39,3	10,1	13,4	11,1	10,4	9,2	7,3
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN							
5	7,9	5,9	6,2	5,6	6,2	5,2	4,6
25	39,3	13,6	15,5	13,3	13,1	12,3	10,3
30	47,2	15,6	17,1	14,9	14,9	14,0	11,7
35	55,0	18,6	18,2	17,6	18,2	17,0	14,1
40	62,9	23,4	23,4	21,1	22,1	20,5	17,1
45	70,8	27,7	25,9	24,1	26,0	23,8	20,0
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN							
50	78,6	36,8	30,8	30,2	31,9	29,7	23,9
55	86,9	41,1	33,9	33,3	35,1	32,7	26,1
60	94,3	46,3	37,7	37,3	39,9	37,0	28,6
65	102,2	54,5	43,6	44,2	46,5	42,1	32,6
70	110,1	65,3	51,6	54,8	54,6	49,3	37,0
75	117,9	84,7	65,5	78,7	70,2	60,5	44,0
80	125,8	119,7	92,9	147,6	110,4	82,3	60,4
83,8	132,0						

Betondehnung

gemessen auf der Eckdiagonalen
10 cm Setzdehnungsmesser

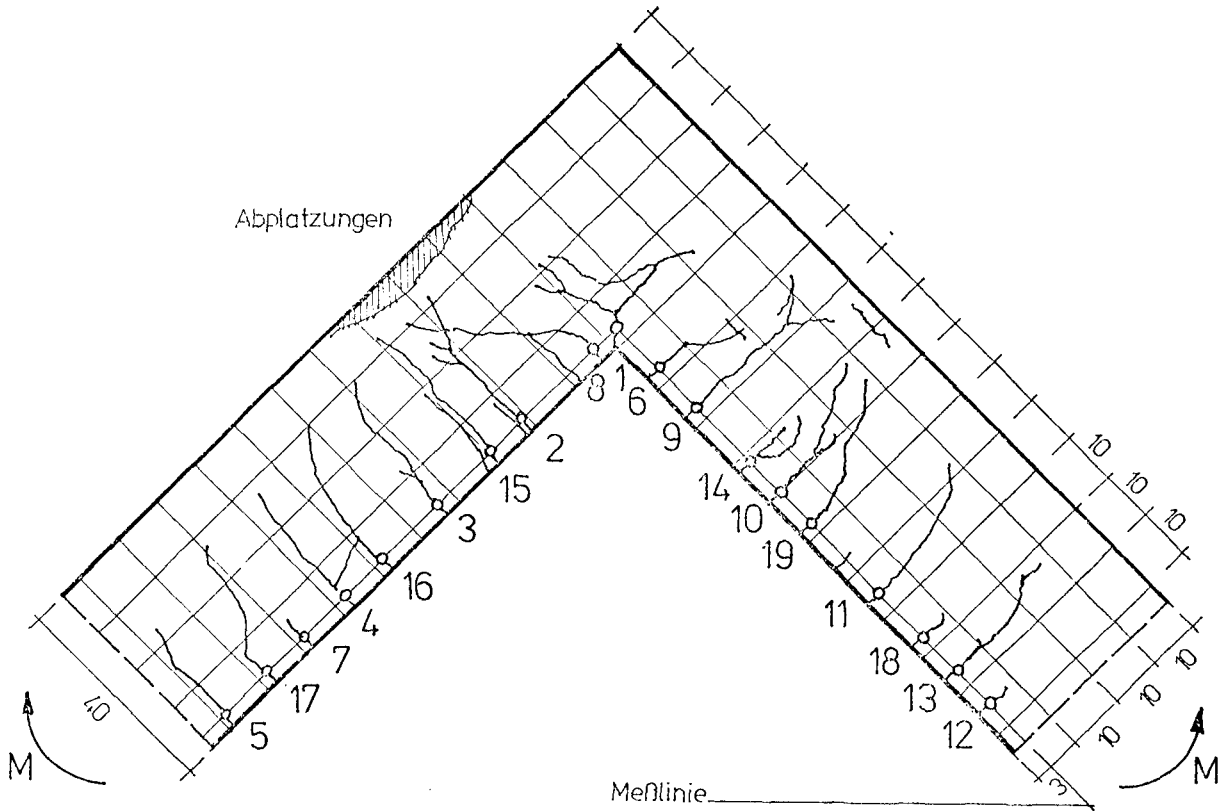
Anlage 44

V3



Kurve	P [kN]	$P/P_{U,R} \cdot 100$ [%]	Spitzenwert ϵ [mm]
1	10	15,7	0,040
2	20	31,4	0,150
3	30	47,2	0,220
4	35	55,0	0,375
5	45	70,8	0,555
6	55	86,5	0,805
7	65	102,2	1,002
8	80	125,8	1,480

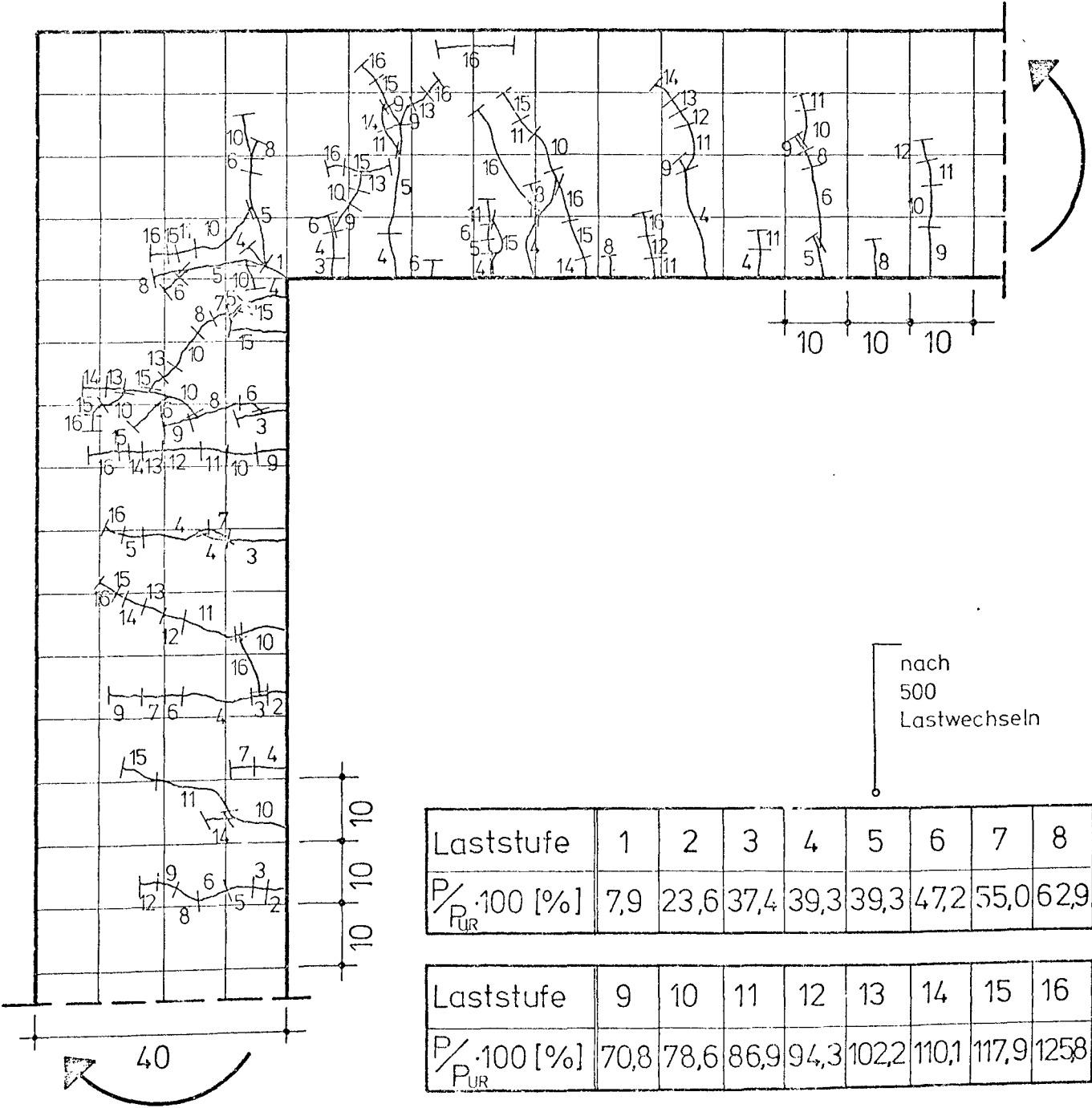
Bezeichnung der Risse Rißbreiten V3



P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreiten in 1/100 mm - gemessen auf der Meßlinie																		
		Riß Nr.:																		
kN	[%]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	31,4	6	8	7	6	2	4													
25	39,3	8	11	10	8	5	5	2	5	7										
500 Lastwechsel zw. 22 und 30 kN																				
5	7,9	5	8	7	6	5	2	1	1	1	2	1	1							
25	39,3	7	12	13	11	7	6	6	6	10	8	7	2	8						
30	47,2	10	15	15	12	8	6	6	6	11	11	10	2	8	3					
35	55,0	10	17	18	14	8	7	7	10	13	12	12	2	10	3					
57,1		rechnerische Gebrauchslast																		
40	62,9	13	20	20	16	13	10	8	13	16	15	15	2	13	3					
45	70,8	15	25	25	16	13	13	11	13	20	15	16	2	15	3					
		500 Lastwechsel zw. 38 und 51 kN																		
50	78,6	21	25	23	16	15	15	10	18	18	22	20	2	15	5	7	8	8		
55	86,5	22	28	25	16	15	16	10	21	21	23	21	2	15	5	8	10	8	2	
60	94,3	27	30	27	16	16	20	11	28	28	27	23	2	20	5	12	15	10	5	
65	102,2	32	30	30	17	20	23	14	30	32	27	25	2	25	7	16	17	13	5	
70	110,1	36	38	37	12	16	27	14	32	37	32	28	2	25	6	22	26	15	7	
75	117,9	42	48	40	18	17	30	13	35	50	32	30	2	28	12	37	37	17	12	9
80	125,8	50	70	55	13	20	32	10	35	80	50	32	2	25	10	80	60	25	15	30
83,8	132																			

Rißentwicklung V3

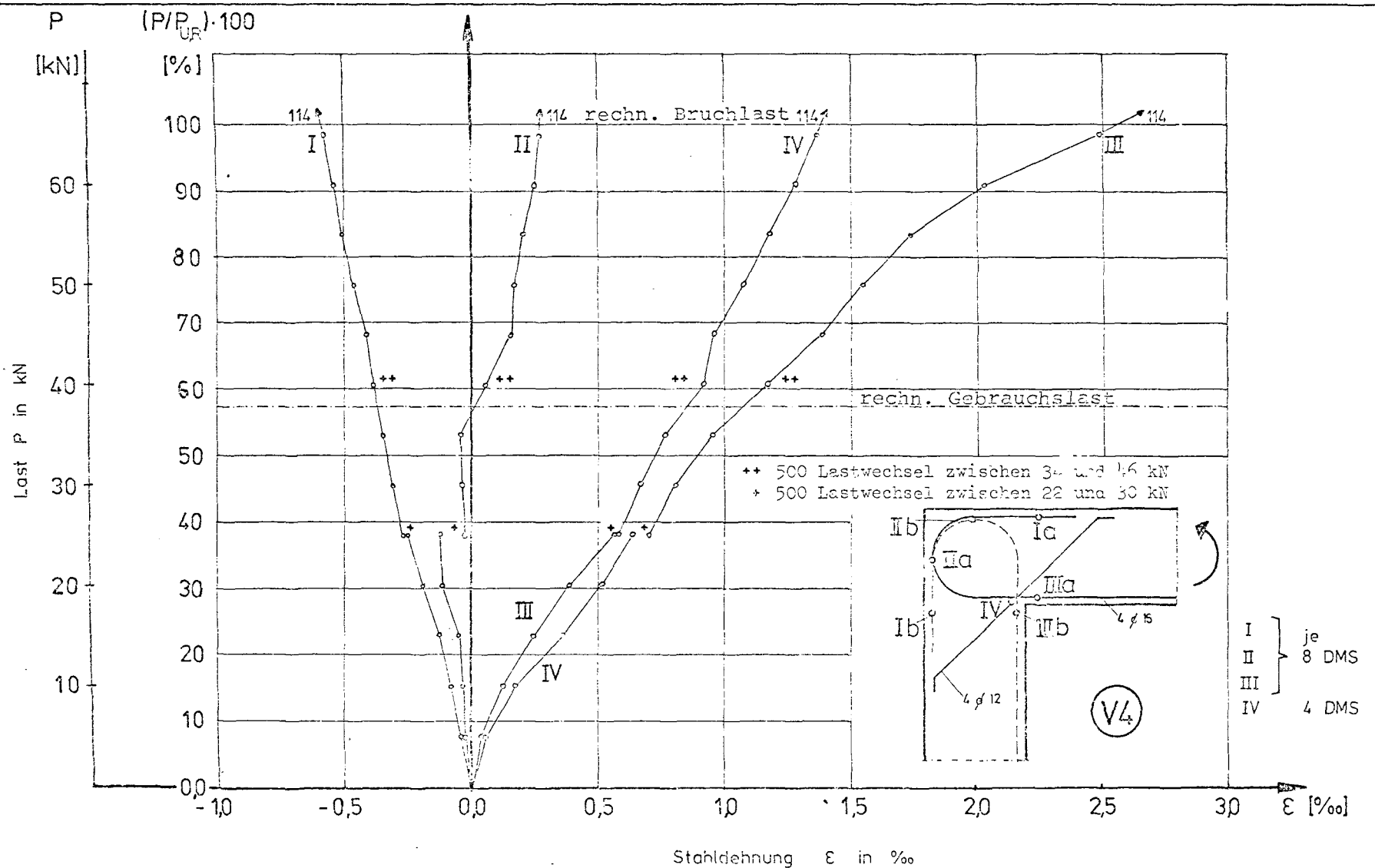
Rißbild mit Angabe der Laststufen



Stahldehnungen
(Mittelwerte aller Meßstellen)
gemessen mit DMS

Anlage 47

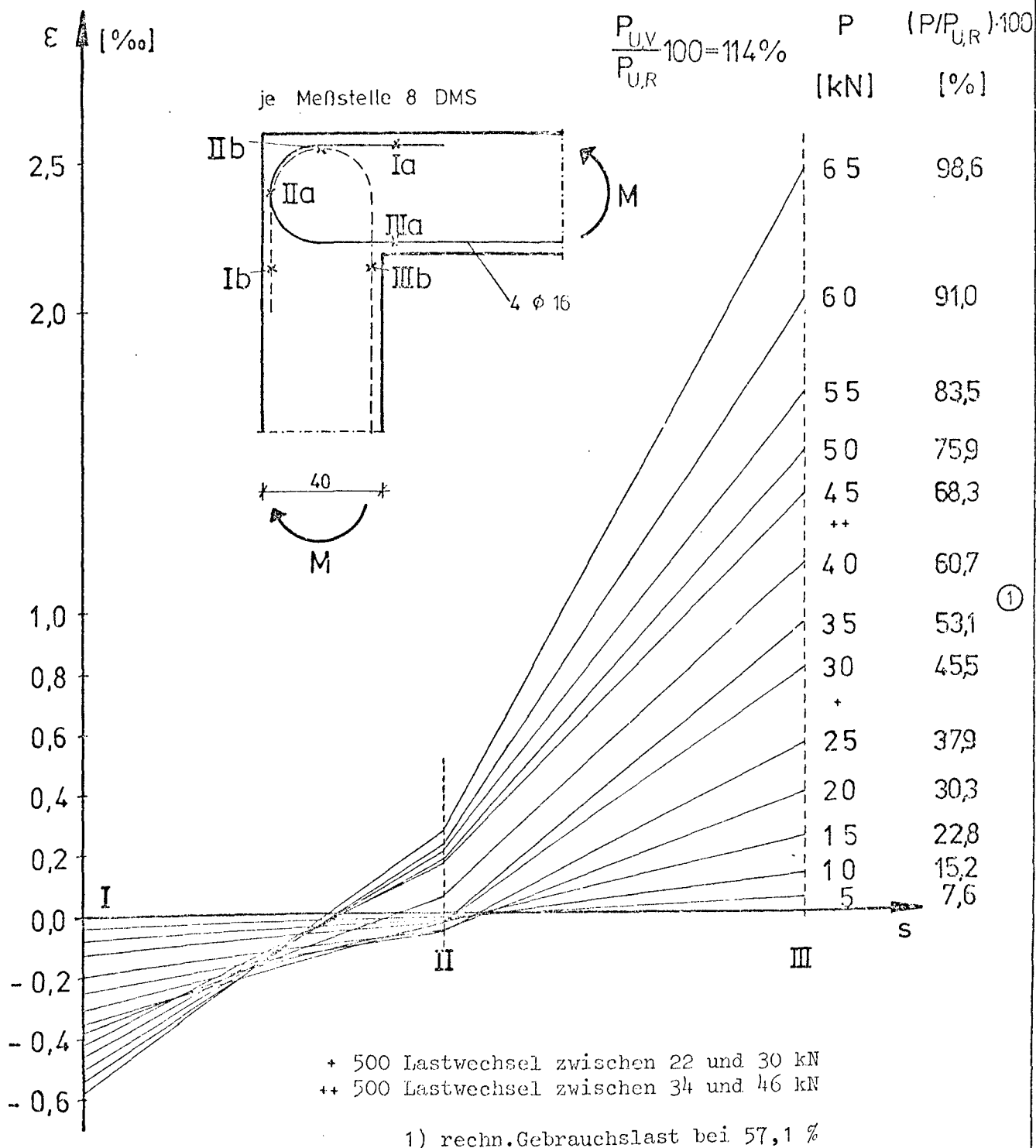
V4



(Mittelwerte aller Meßstellen)

gemessen mit DMS

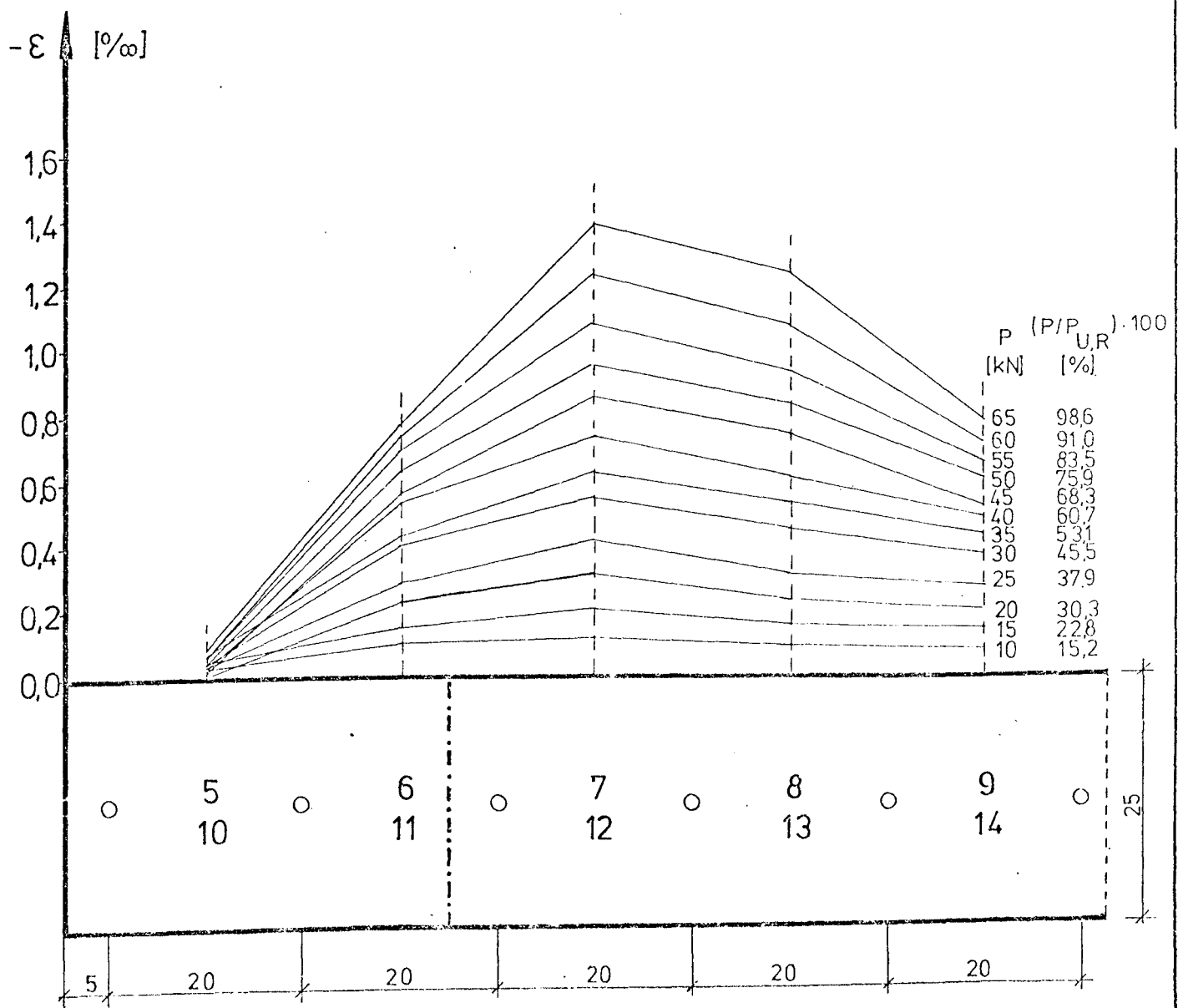
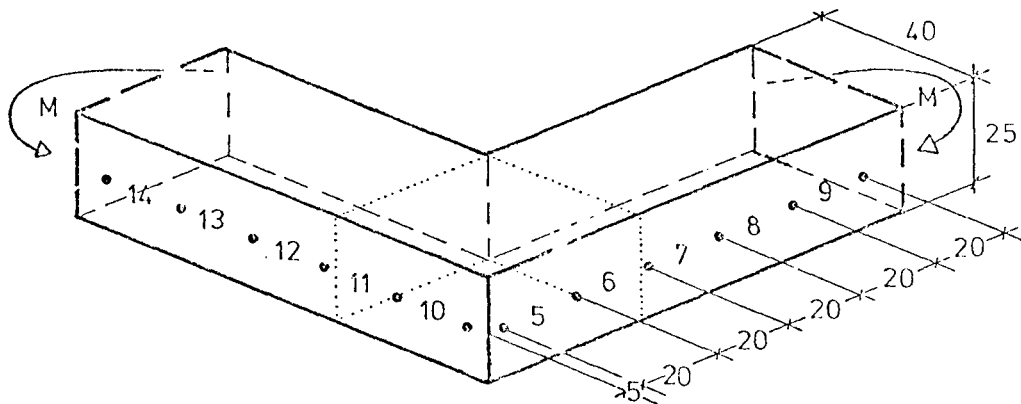
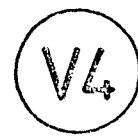
V4



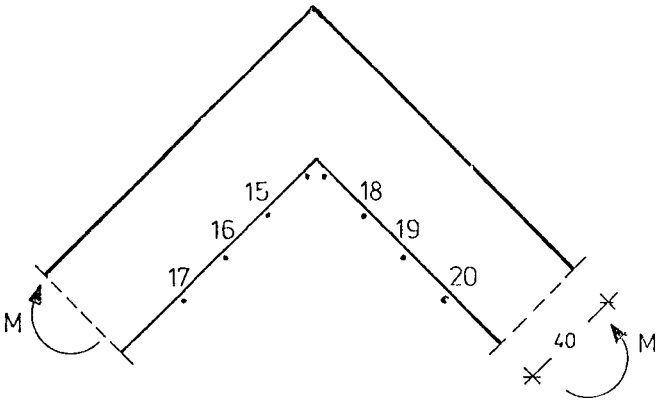
Betondehnungen

Anlage 49

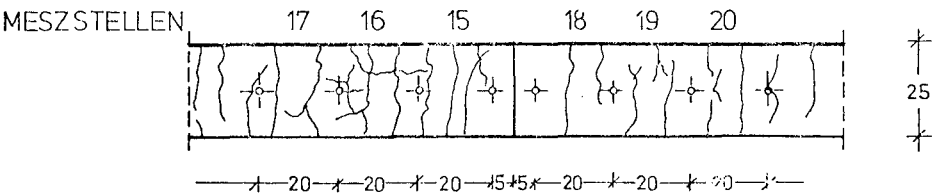
gemessen mit 20 cm Setzdehnungsmesser



Meßwerte (gemittelt)



Rissbildung im Bruchzustand



INNENSEITE

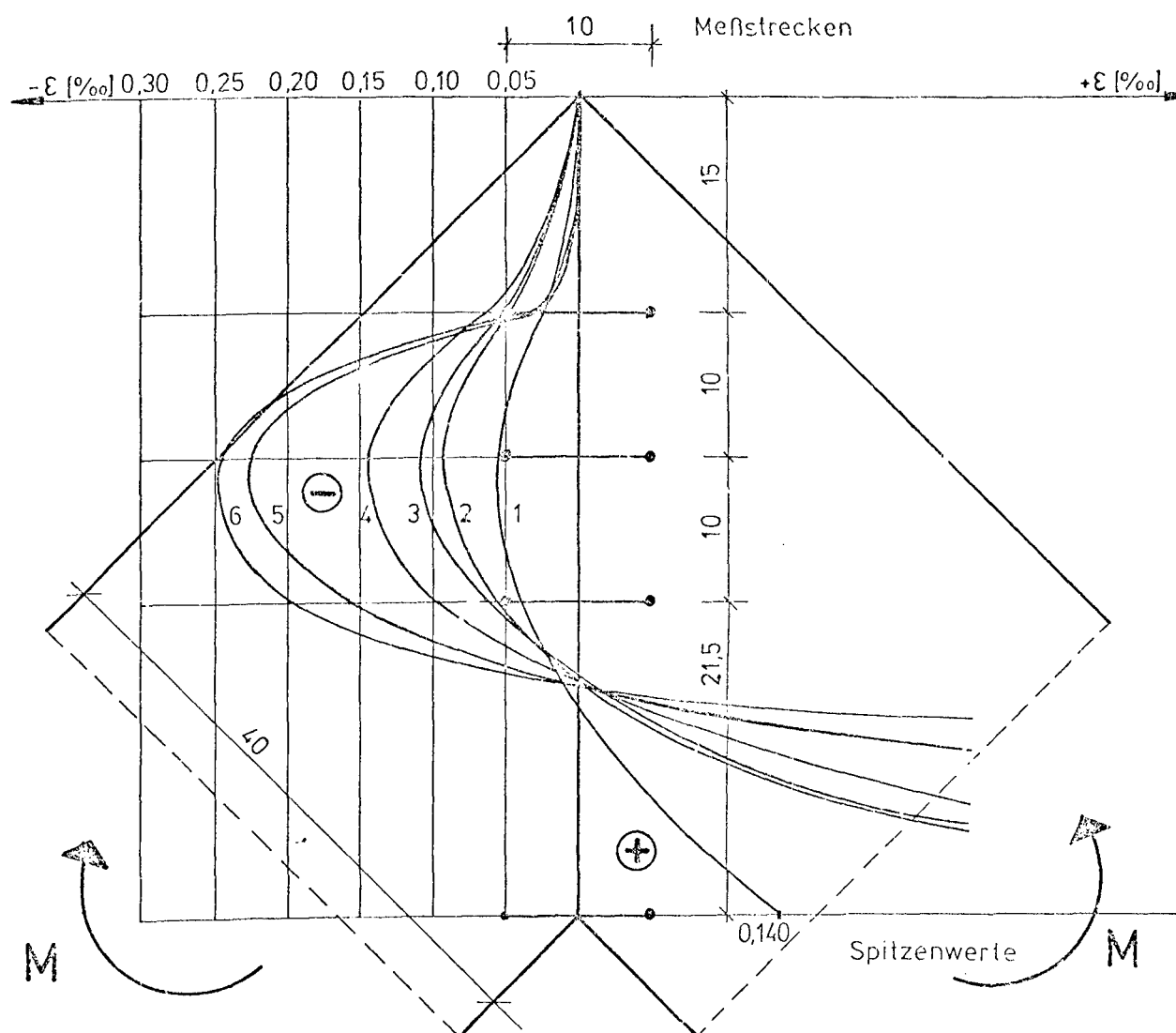
Messwerte gemessen mit Setzdehnmessger 20cm

P [kN]	$P/P_{U,R} \cdot 100$ [%]	Verlängerung der Meßstrecken in 1/100 mm					
		Meßstrecke Nr.					
		15	18	16	19	17	20
5	7,6	1,7	0,7	0,7	1,0	7,5	0,8
10	15,2	1,3	0,7	2,0	2,0	9,0	2,0
15	22,8	2,5	3,0	4,7	4,2	11,3	4,0
20	30,3	7,5	8,3	9,2	9,5	16,3	8,5
25	37,9	10,0	11,0	12,7	12,8	21,3	12,0
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN							
5	7,6	4,7	5,5	6,2	7,0	15,0	6,5
25	37,9	11,0	12,3	14,2	15,0	24,5	14,2
30	45,5	12,5	14,3	15,7	17,0	26,5	16,2
35	53,1	15,0	17,0	18,7	19,5	30,0	18,5
40	60,7	17,5	18,5	20,7	22,5	33,0	21,0
500 Lastwechsel zwischen 34 und 46 kN							
45	68,3	21,5	21,5	24,0	26,8	38,0	26,5
50	75,9	24,0	23,5	27,0	29,0	40,3	29,0
55	83,5	27,0	26,0	29,4	32,0	43,5	31,0
60	91,0	31,0	29,0	33,2	36,2	47,5	35,0
65	98,6	36,5	33,3	38,2	41,0	52,0	39,0
75	114,0						

gemessen auf der Eckdiagonalen
10 cm Setzdehnungsmesser

Anlage 51

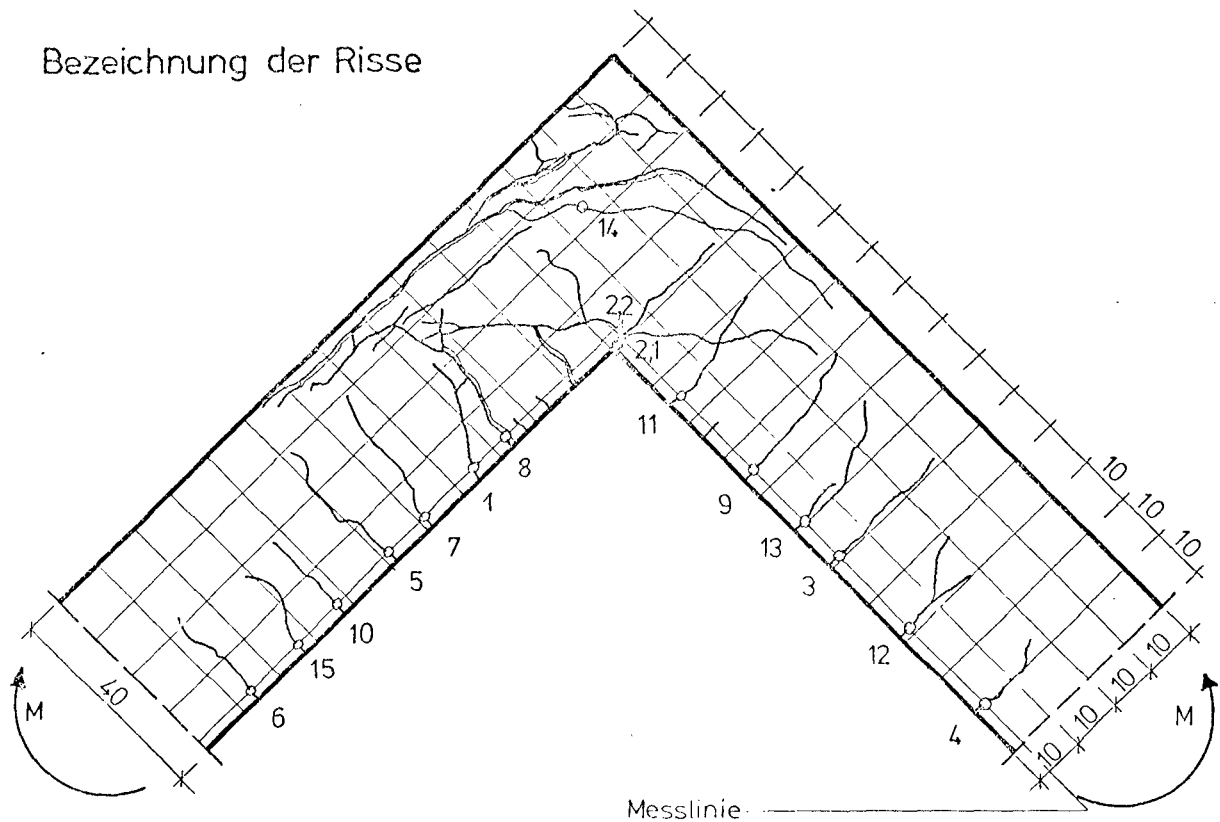
V4



Kurve	P [kN]	$P/P_{U,R} 100$ [%]	Spitzenwert ϵ [%]
1	10	15,2	0,140
2	20	30,3	1,442
3	25	37,9	2,372
4	35	53,1	3,222
5	40	60,7	4,122
6	45	68,3	4,692

Rißbreiten V4

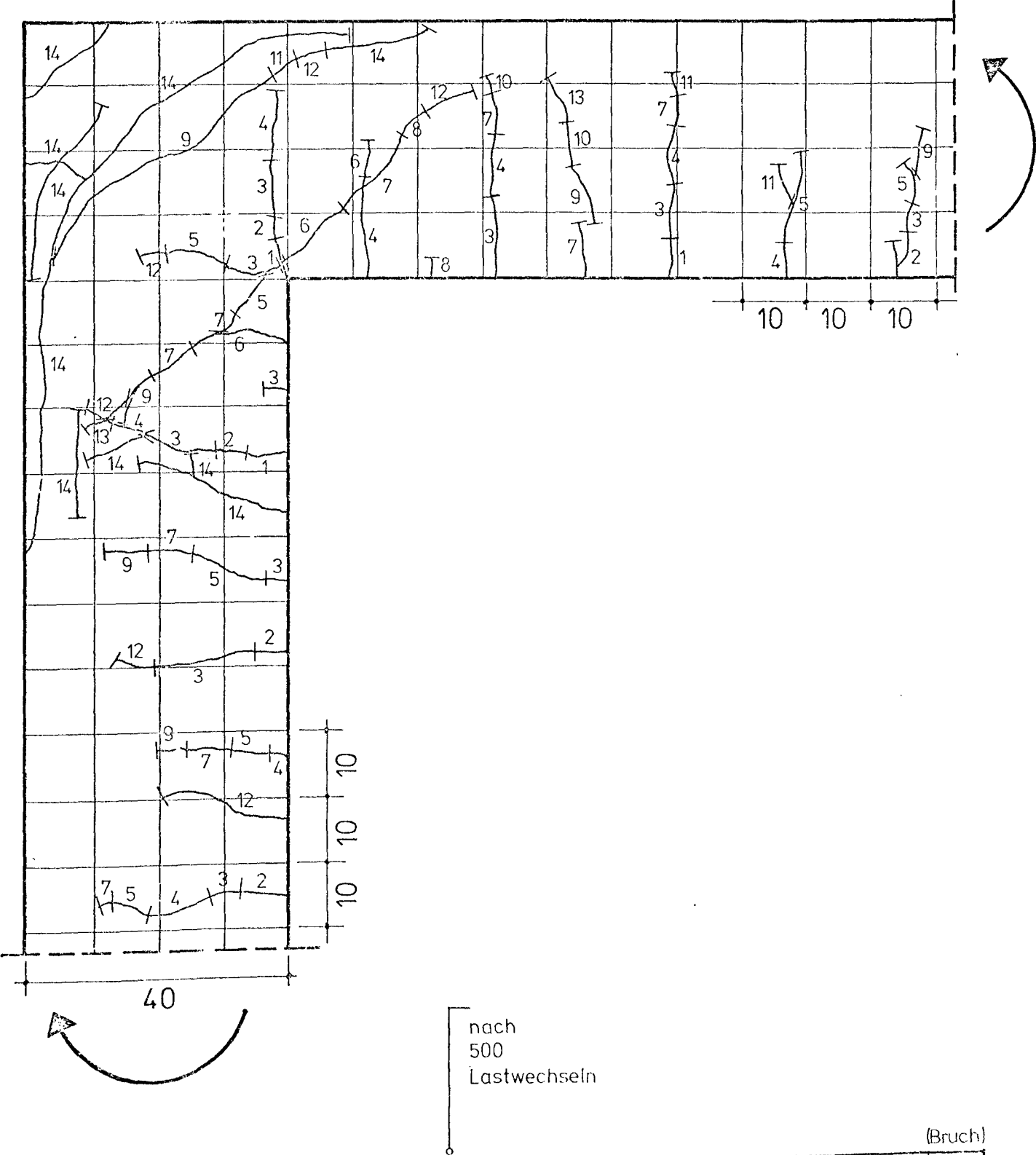
Bezeichnung der Risse



P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreiten in 1/100 mm = gemessen auf der Meßlinie															
		Riß Nr.															
[kN]	[%]	1	2,1	2,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	15,2	4	6		4												
15	22,8	7	10		3	3	3	5									
20	30,3	10	13		7	6	8	7	1	5	8						
25	37,9	18	16		7	7	13	12	1	5	10	2	6	4			
		500 Lastwechsel zwischen 12 und 30 kN															
25	37,9	18	22		10	8	13	13	8	5	11	6	7	6			
30	45,5	18	23		12	8	14	16	11	5	15	7	7	8			
35	53,1	23	28	24	12	11	16	16	14	6	16	8	8	11	5		
	57,1	Rechnerische Gebrauchslast															
40	60,7	28	33	32	15	11	16	20	15	7	16	12	10	13	7		
		500 Lastwechsel zwischen 34 und 46 kN															
45	68,3	33	37	41	15	15	17	22	17	7	20	12	11	17	7	15	
50	75,9	35	41	44	24	16	20	25	23	7	30	15	12	18	8	17	
55	83,5	42	50	55	27	16	25	33	25	7	30	18	15	18	15	17	
60	91,0	42	48	65	27	17	27	33	33	6	30	16	15	18	16	22	10
65	98,6	46	52	75	31	18	30	35	33	7	30	16	15	22	17	22	12
75	114																

Rißentwicklung V4

Rißbild mit Angabe der Laststufen



Laststufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\frac{P}{P_{UR}} \cdot 100 [\%]$	15,2	22,8	30,3	37,9	37,9	45,5	53,1	60,7	68,3	75,9	83,5	91,0	98,6	114,0

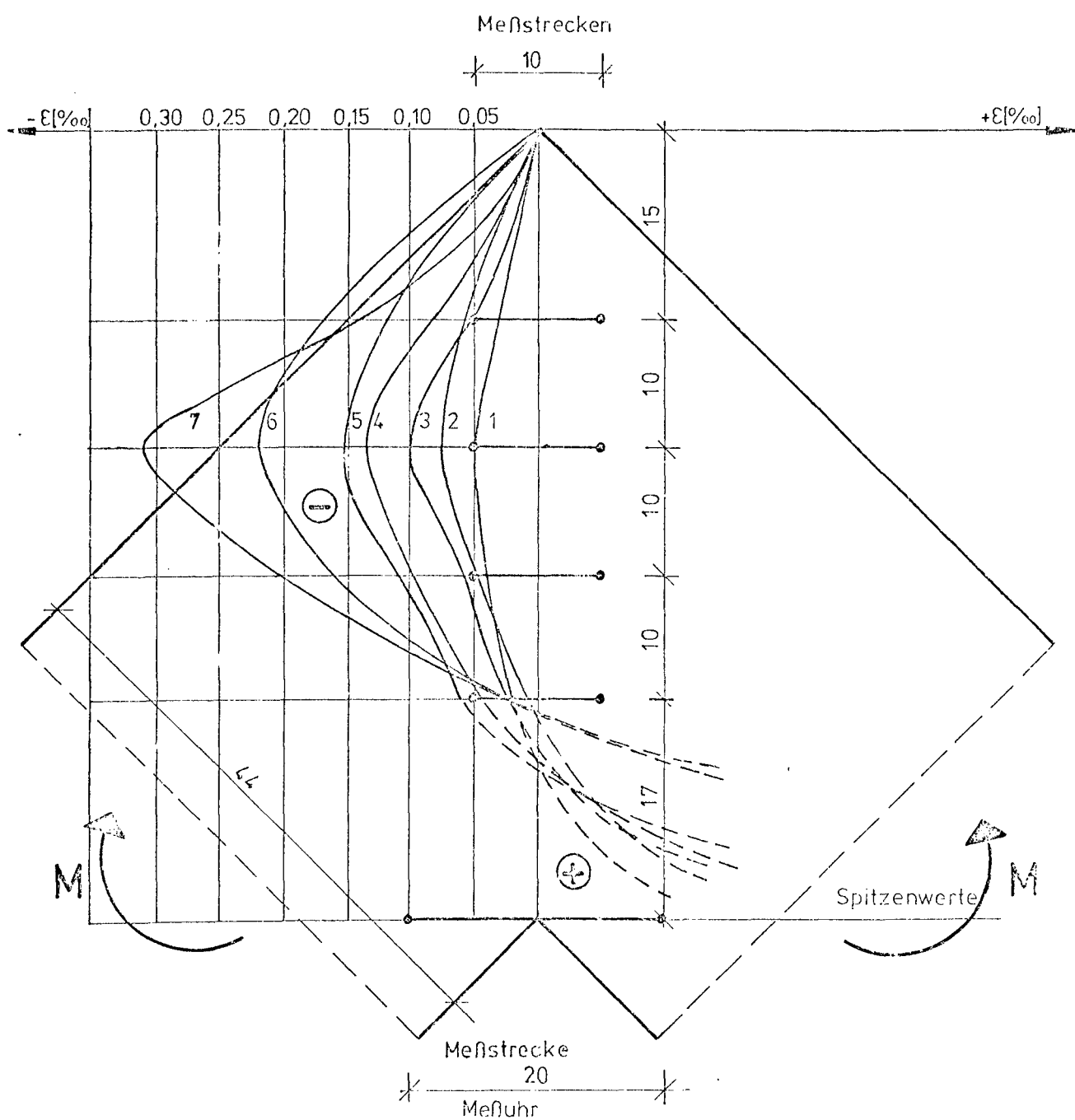
(Bruch)

Betondehnung

gemessen auf der Eckdiagonalen
10 cm Setzdehnungsmesser

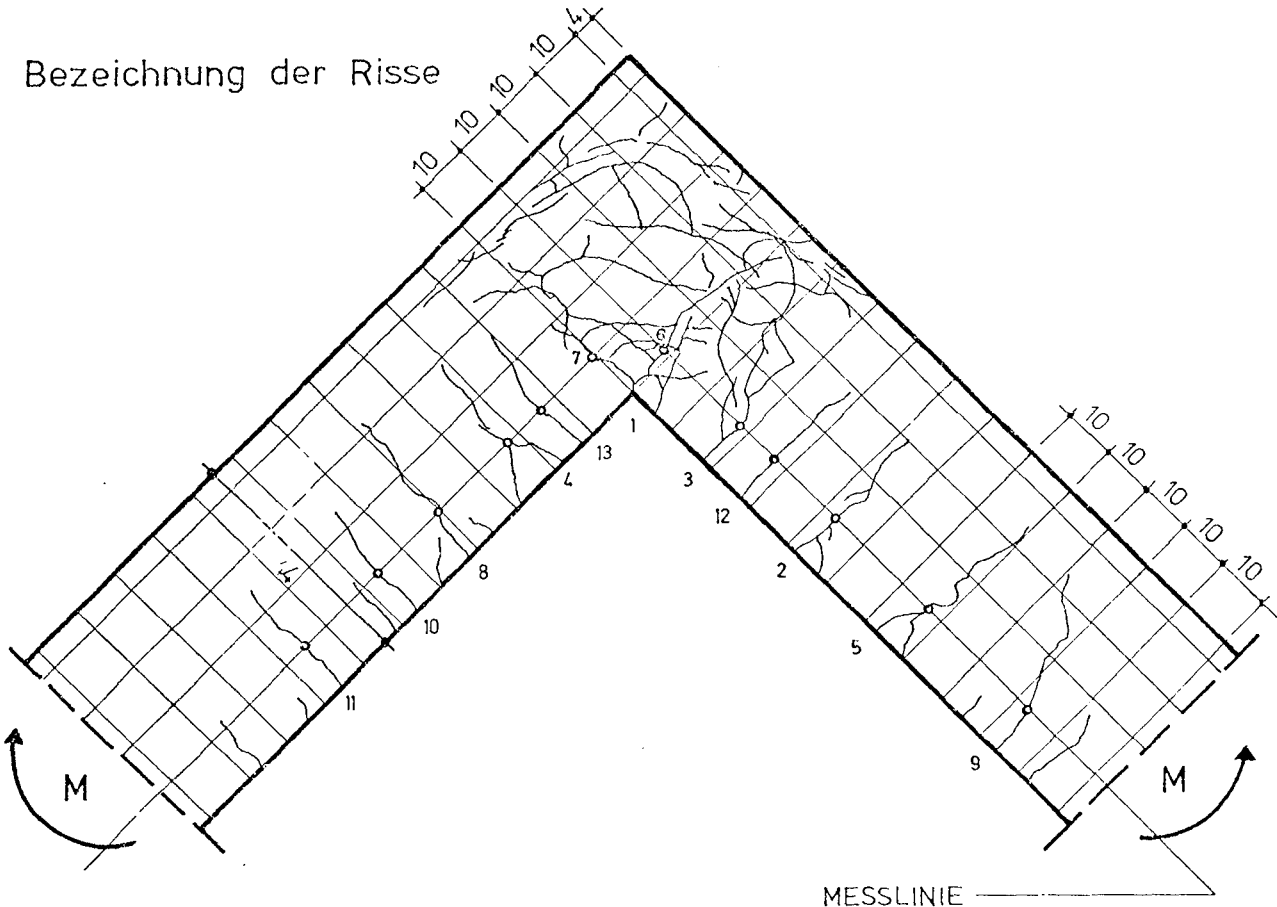
Anlage 54

V5



Kurve	P [kN]	$P/P_{U,R} \cdot 100$ [%]	Spitzen- wert ϵ [mm]
1	20	15,0	0,020
2	40	29,9	0,155
3	60	44,9	0,340
4	90	67,3	0,615
5	100	74,8	0,760
6	120	87,8	0,995
7	140	101,7	1,310

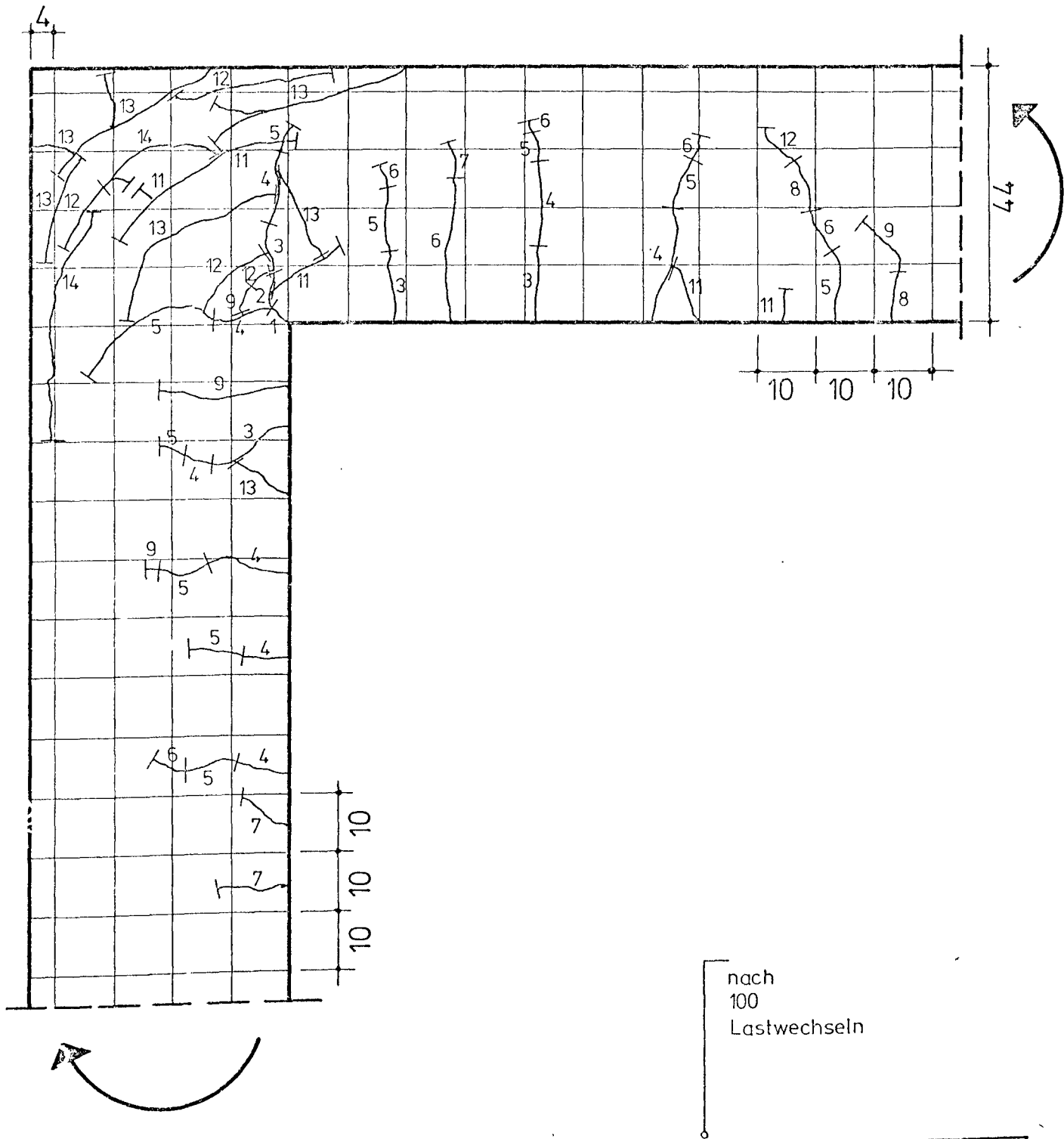
Bezeichnung der Risse



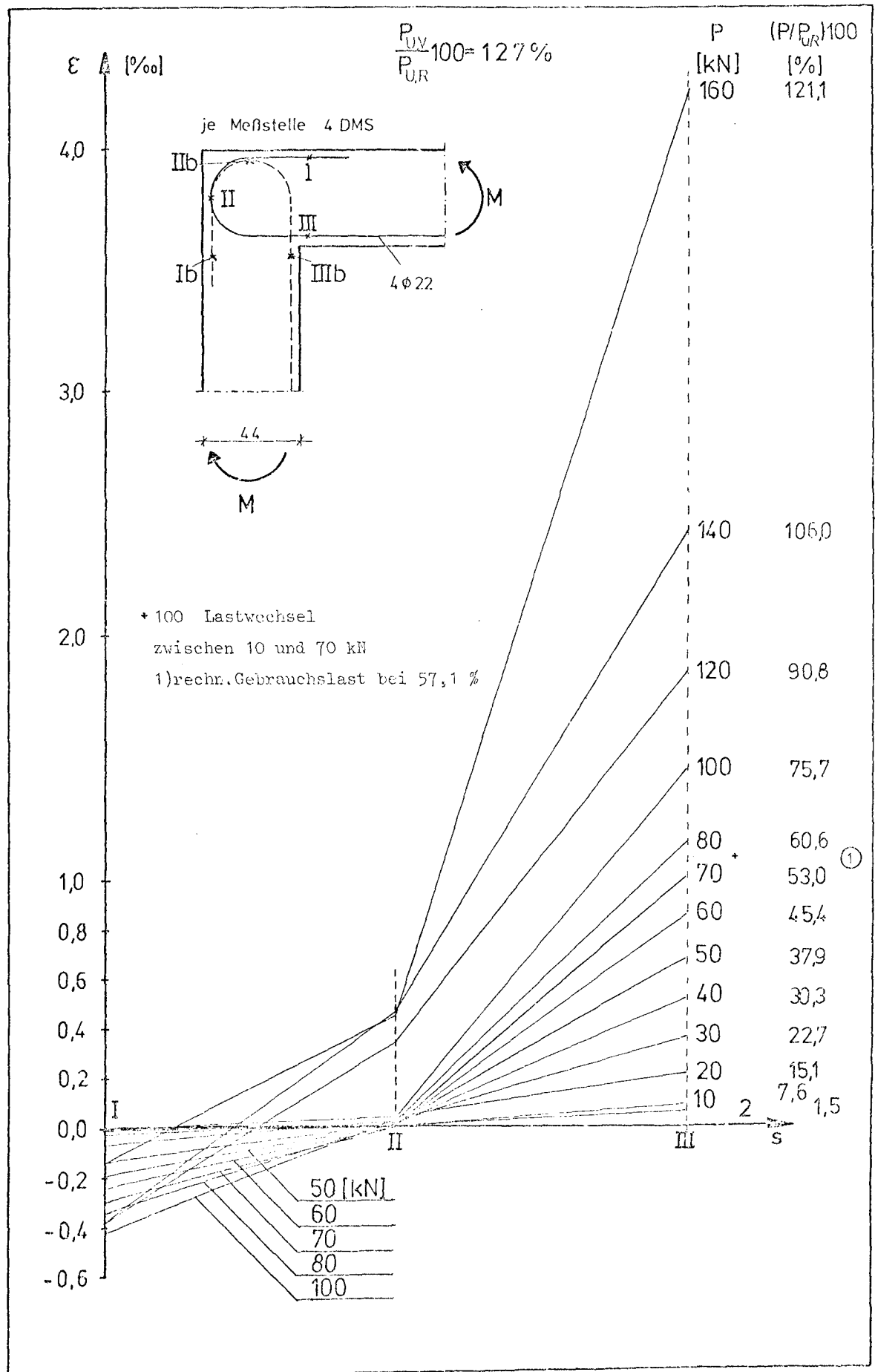
P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreiten in 1/100 mm gemessen auf der Meßlinie Riß Nr.												
kN	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20	15,0	3												
25	18,7	5												
30	22,4	6												
40	29,9	11	4	4	4	1	6							
60	44,9	25	8	6	8	8	13	7	9	2	3	6		
70	52,4	30	10	6	8	8	17	10	9	6	5	8	7	
	57,1	Rechnerische Gebrauchslast												
80	59,8	45	11	6	10	10	18	13	12	9	6	10	10	
90	67,3	46	12	7	10	10	25	17	15	10	6	11	11	
		100 Lastwechsel zw. 20 - 90 kN												
5	3,7	18	3	2	3	3	8	7	5	3	2	3	2	
10	7,5	18	3	2	3	3	9	7	5	2	2	3	2	
90	67,3	55	10	5	15	12	26	17	16	11	7	11	11	3
100	74,8	57	17	6	13	15	26	18	20	15	7	13	12	5
120	89,8	70	17	5	18	18	30	20	20	15	8	15	18	8
140	104,7	110	23	12	22	22	46	25	30	21	7	20	23	10
160	119,7	147	35	8	28	25	57	27	40	21	8	25	28	15
180	134,6	200	58	8	30	28	105	45	60	22	6	32	45	20
187,5	140													

Rißentwicklung V5

Rißbild mit Angabe der Laststufen



Laststufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\frac{P}{P_{UR}} \cdot 100 [\%]$	15,0	22,4	29,9	37,4	44,9	52,4	59,8	67,3	67,3	74,8	89,8	104,7	119,7	134,6

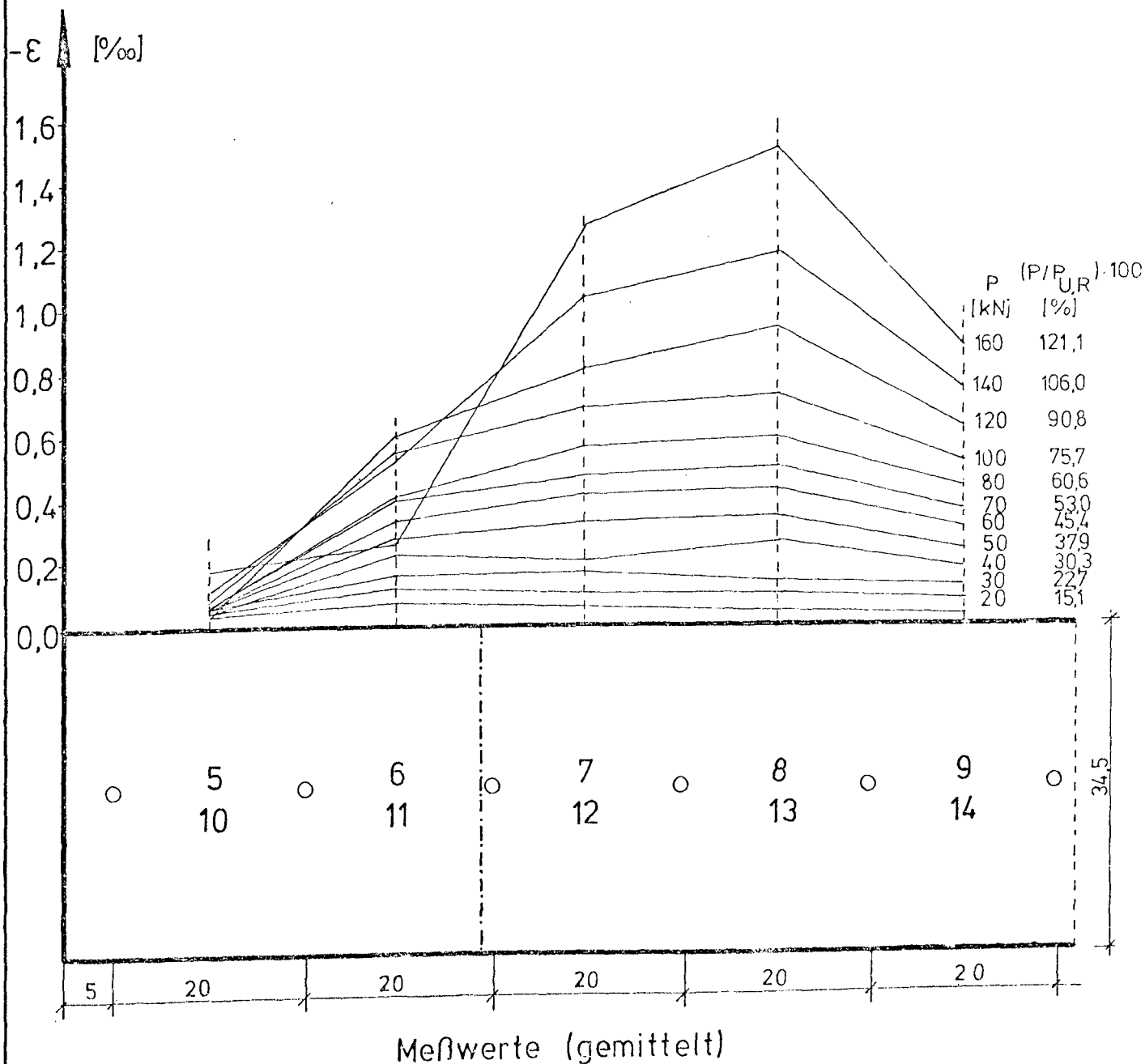
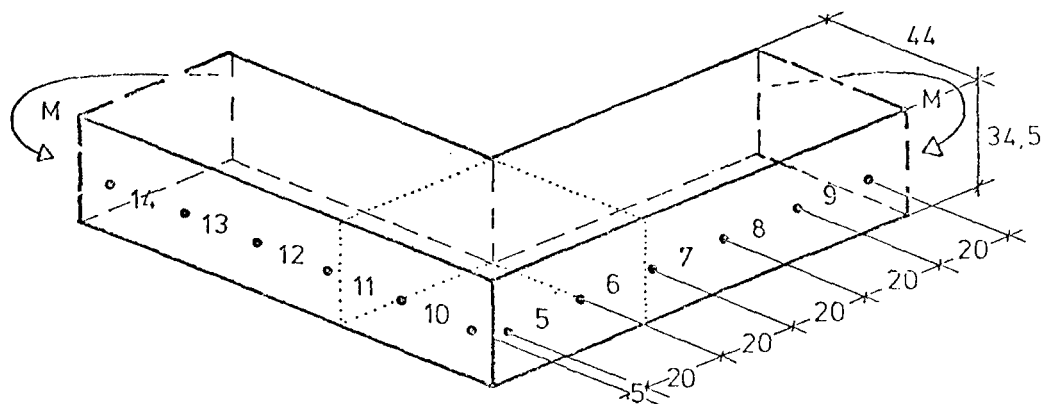


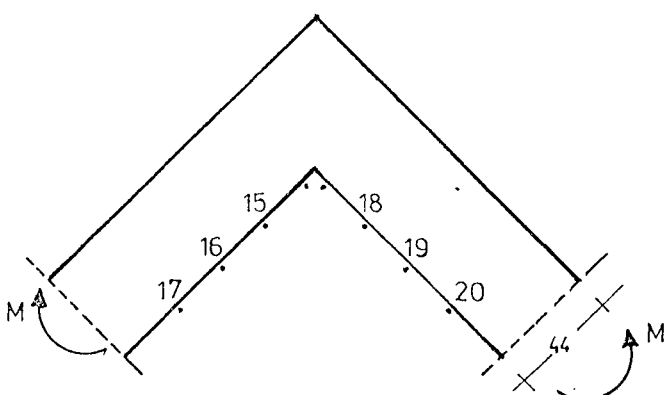
Betondehnungen

Anlage 59

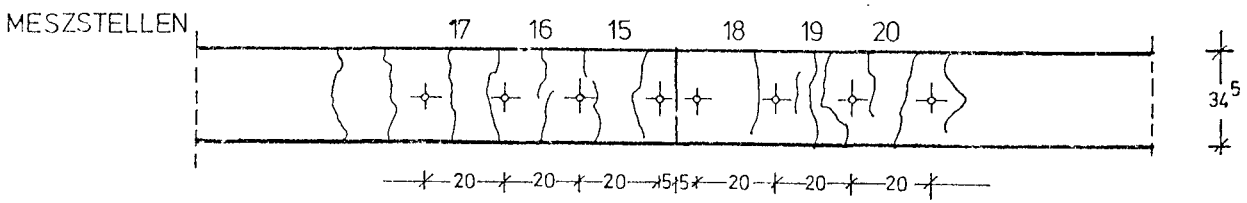
gemessen mit 20cm Setzdehnungsmesser

V6





Rissbildung im Bruchzustand



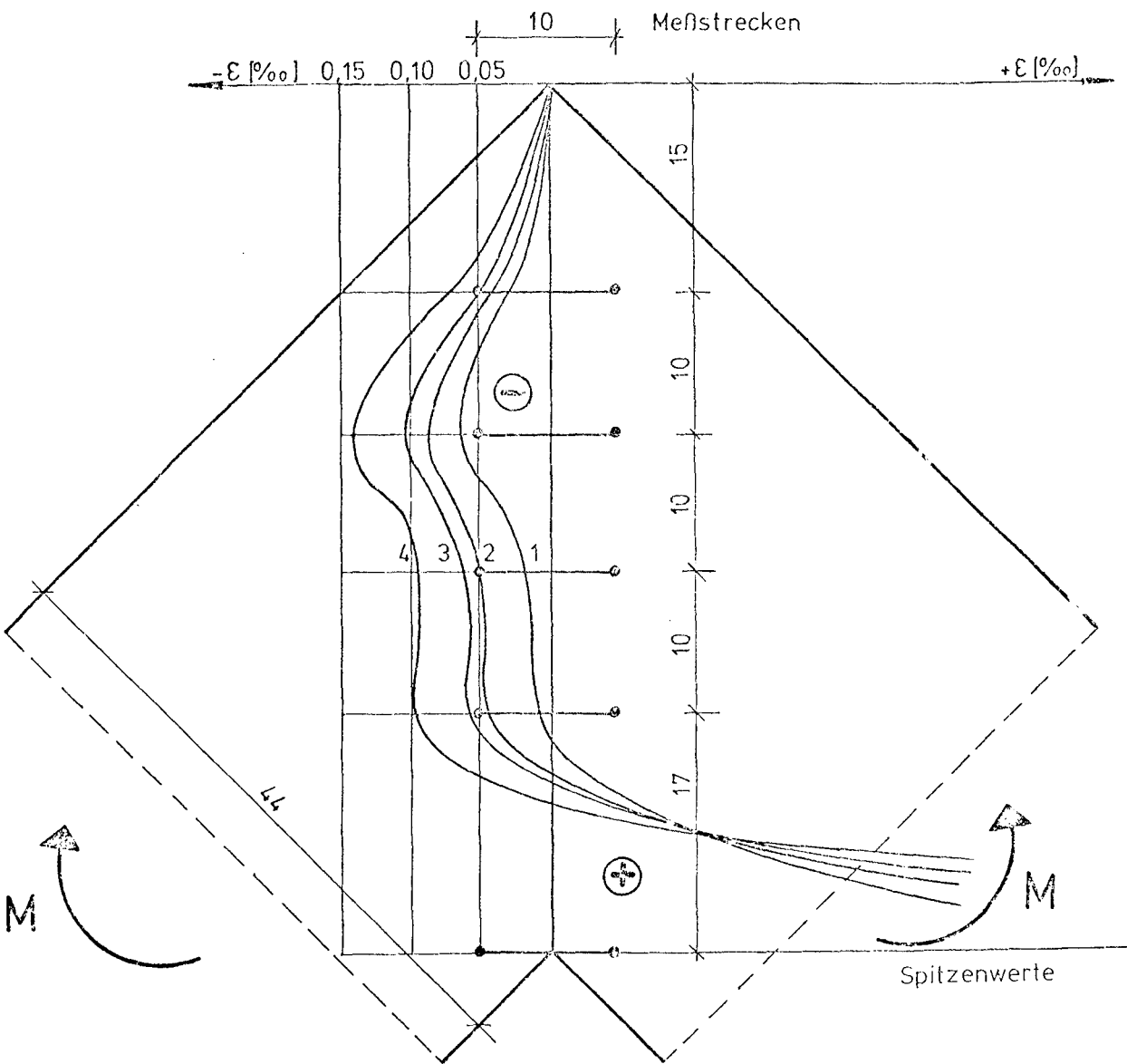
INNENSEITE

Messwerte gemessen mit Setzdehnmesser 20cm

P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Verlängerung der Meßstrecken in $\frac{1}{100}$ mm					
		Meßstrecke Nr.					
kN	%	15	13	16	19	17	20
2	1,5	0	0	0,1	0	0	0
5	3,8	0,2	0,2	0,4	0	0,2	0,2
10	7,6	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2
15	11,4	0,8	1,0	1,3	1,3	1,0	1,0
20	15,1	1,4	1,2	1,7	1,4	1,3	1,0
30	22,7	3,3	3,4	3,4	3,8	2,7	1,6
40	30,3	8,2	8,0	6,0	7,8	0,6	3,3
50	37,9	11,5	10,8	9,0	14,0	10,4	6,3
60	45,4	14,3	13,2	12,0	18,5	14,2	8,5
70	53,0	17,1	14,6	15,6	23,9	18,1	10,5
100 Lastwechsel zwischen 10 und 70 kN							
5	3,8	4,2	4,2	4,0	7,7	4,9	2,4
10	7,6	4,5	6,4	4,6	3,9	5,3	2,7
70	53,0	17,1	15,6	16,8	26,1	19,4	10,8
80	60,6	19,7	17,4	18,8	29,4	21,4	12,1
100	75,7	23,9	21,0	23,9	36,5	26,5	15,0
120	90,8	29,0	26,1	29,0	45,8	34,1	17,7
140	106,0	37,1	33,3	34,2	53,6	40,5	22,3
160	121,1	59,6	51,3	37,6	61,0	49,5	32,2
167,5	127						

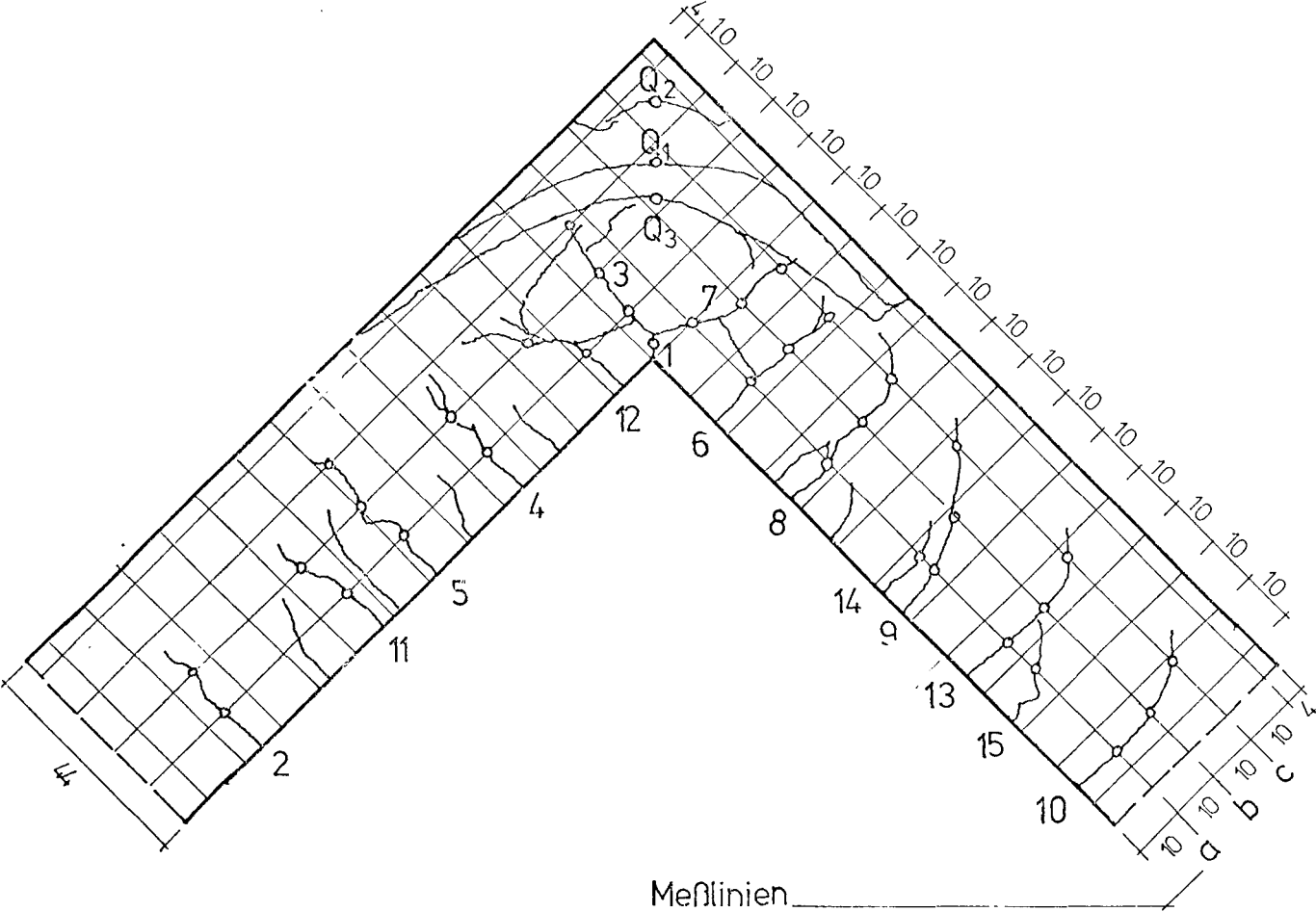
Betondehnung

gemessen auf der Eckdiagonalen
10 cm Setzdehnungsmesser



Kurve	P [kN]	$(P/P_{U,R}) \cdot 100$ [%]	Spitzenwert ϵ [‰]
1	40	30,3	1,165
2	60	45,4	3,020
3	70	53,0	1,560
4	100	75,7	5,720

Bezeichnung der Risse



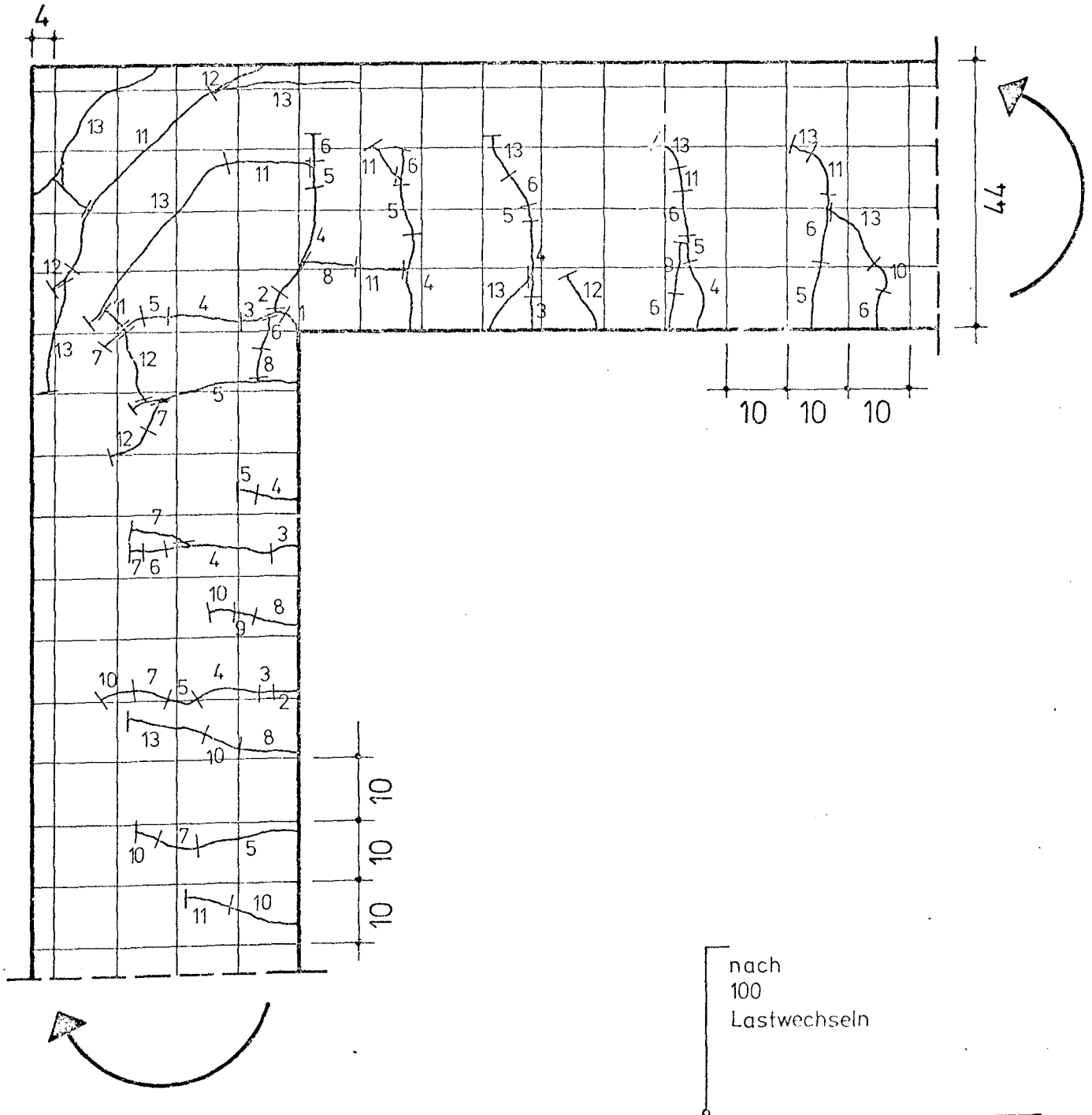
P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreiten in 1/100 mm - gemessen auf Meßlinie a, b bzw. c Riß Nr.											
kN	%	1	2a	2b	3a	3b	3c	4a	4b	4c	5a	5b	5c
15	11,4	2											
20	15,1	2											
30	22,7	4	2		1								
40	30,3	13	2		6			2	1		1		
50	37,9	8	3		15	5		4	2		2	1	
60	45,4	26	7	2	20	5		4	3		4	2	
70	53,0	22	5	2	23	8	2	7	4		7	3	
		100 Lastwechsel zwischen 10 und 70 kN											
5	3,8												
10	7,6	8	5		8	4		3			3		
70	53,0	10	5	2	11	9	2	8	5		9	3	
	57,1	Rechnerische Gebrauchslast											
80	60,6	31	5	2	31	12	4	9	6		10	4	
100	75,7	52	11	5	52	21	8	12	9		11	7	3
120	90,8	86	18	10	82	31	5	22	11		7	6	2
140	106,0	110	26	11	95	46	8	27	12		13	7	3
160	121,1	180	12	9	110	64	13	27	16	5	13	9	3
167,5	127												

P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreiten in 1/100 mm - gemessen auf Meßlinie a, b bzw. c Riß Nr.:											
kN	%	6a	6b	6c	7a	7b	7c	8a	8b	9a	9b	10a	10b
15	11,4												
20	15,1												
30	22,7												
40	30,3	1			2	1		1		1			
50	37,9	4	2		7	2		2	1	1			
60	45,4	4	3		6	5	1	5	2	3	1	4	1
70	53,0	4	3		12	4	1	9	4	3	2	6	1
100 Lastwechsel zwischen 10 und 70 kN													
5	3,8												
10	7,6	3			4	2		4					
70	53,0	6	2		9	6	2	10	2	3	1	2	1
Rechnerische Gebrauchslast													
80	60,6	9	5		13	11	3	16	7	4	1	5	2
100	75,7	8	14		15	12	5	21	7	8	3	11	6
120	90,8	14	19		21	9	3	22	12	7	3	15	8
140	106,0	13	22	3	18	11	4	28	19	7	6	11	10
160	121,1	18	22	9	34	29	11	32	21	14	11	24	12
167,5	127												

P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreiten in 1/100 mm - gemessen auf Meßlinie a, b bzw. c Riß Nr.:											
kN	%	11a	11b	12a	12b	12c	13a	13b	14a	15a	Q ₁	Q ₂	Q ₃
15	11,4												
20	15,1												
30	22,7												
40	30,3												
50	37,9	2		1	1		2						
60	45,4	4		5	3		5	2					
70	53,0	5	2	5	3		2	1					
100 Lastwechsel zwischen 10 und 70 kN													
5	3,8												
10	7,6			3									
70	53,0	5	4	5	3		3	1					
Rechnerische Gebrauchslast													
80	60,6	7	3	6	5		6	2	5				
100	75,7	7	3	11	7		11	4	6				
120	90,8	3	1	13	11		12	5	9	4			16
140	106,0	9	5	15	13		9	6	8	4	9	32	19
160	121,1	7	5	22	12	5	12	8	7	6	9	32	13
167,5	127												

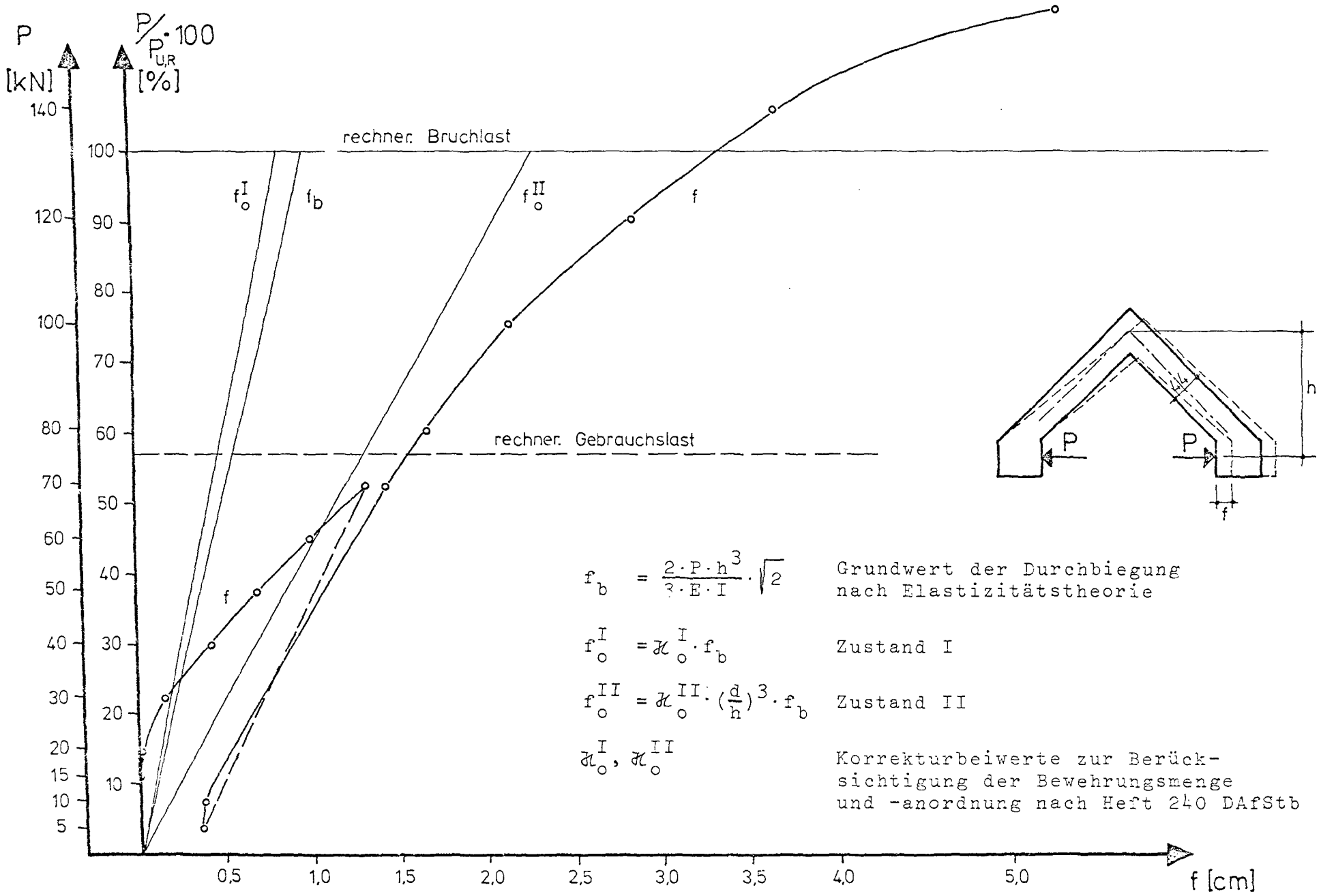
Rißentwicklung V 6

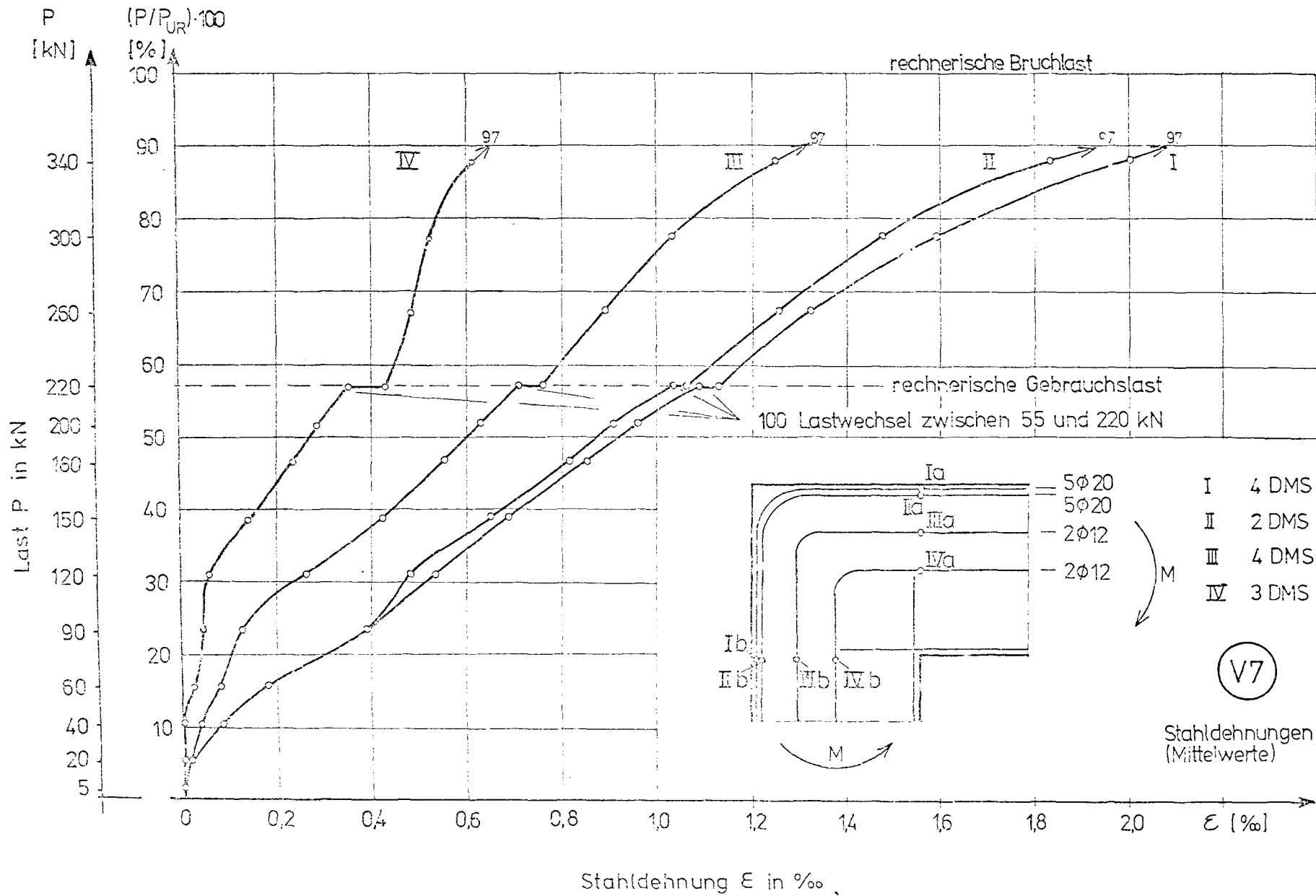
Rißbild mit Angabe der Laststufen



Laststufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\frac{P}{P_{UR}} \cdot 100$ [%]	11,4	15,1	22,7	30,3	37,9	45,5	53,0	53,0	60,6	75,7	90,8	106,0	121,1

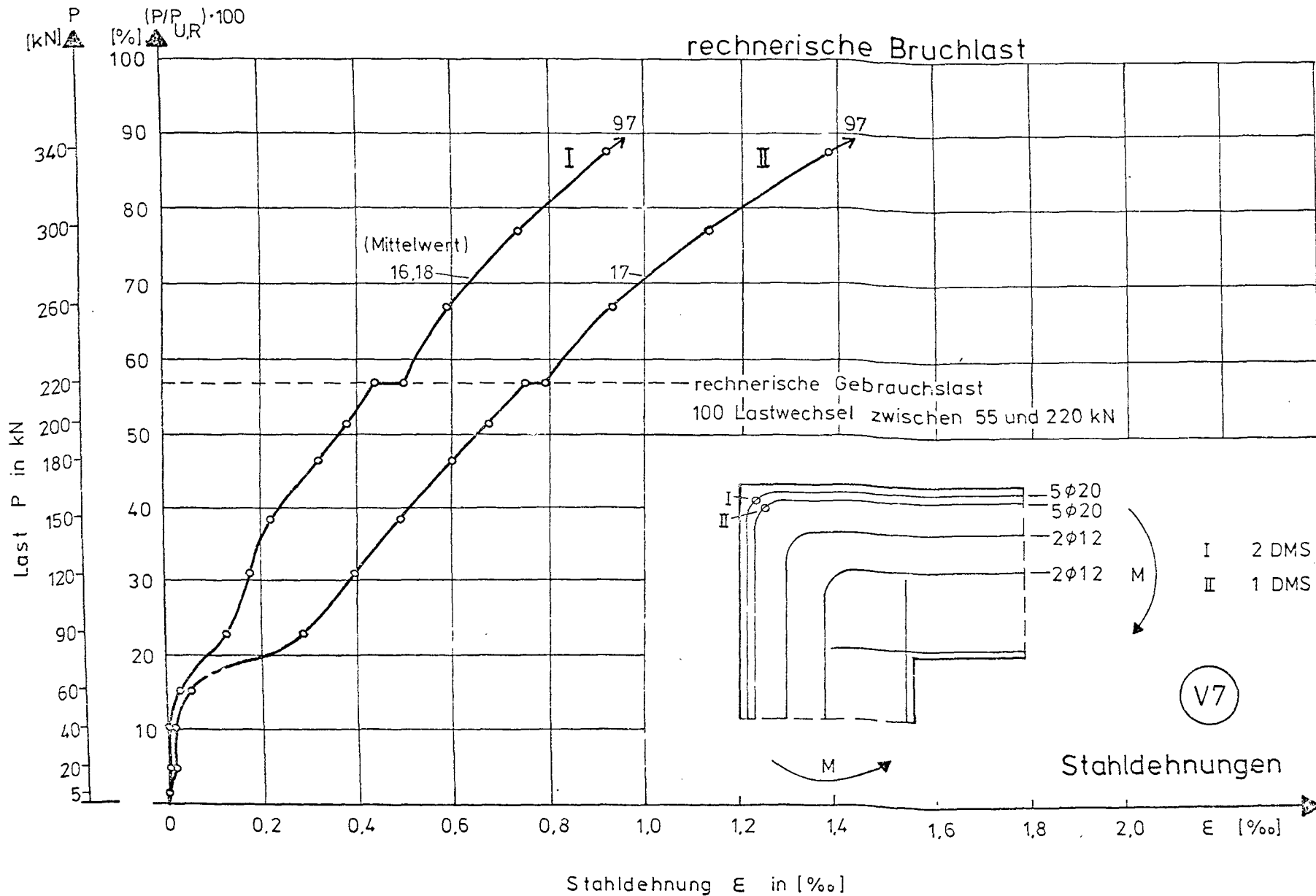
V6



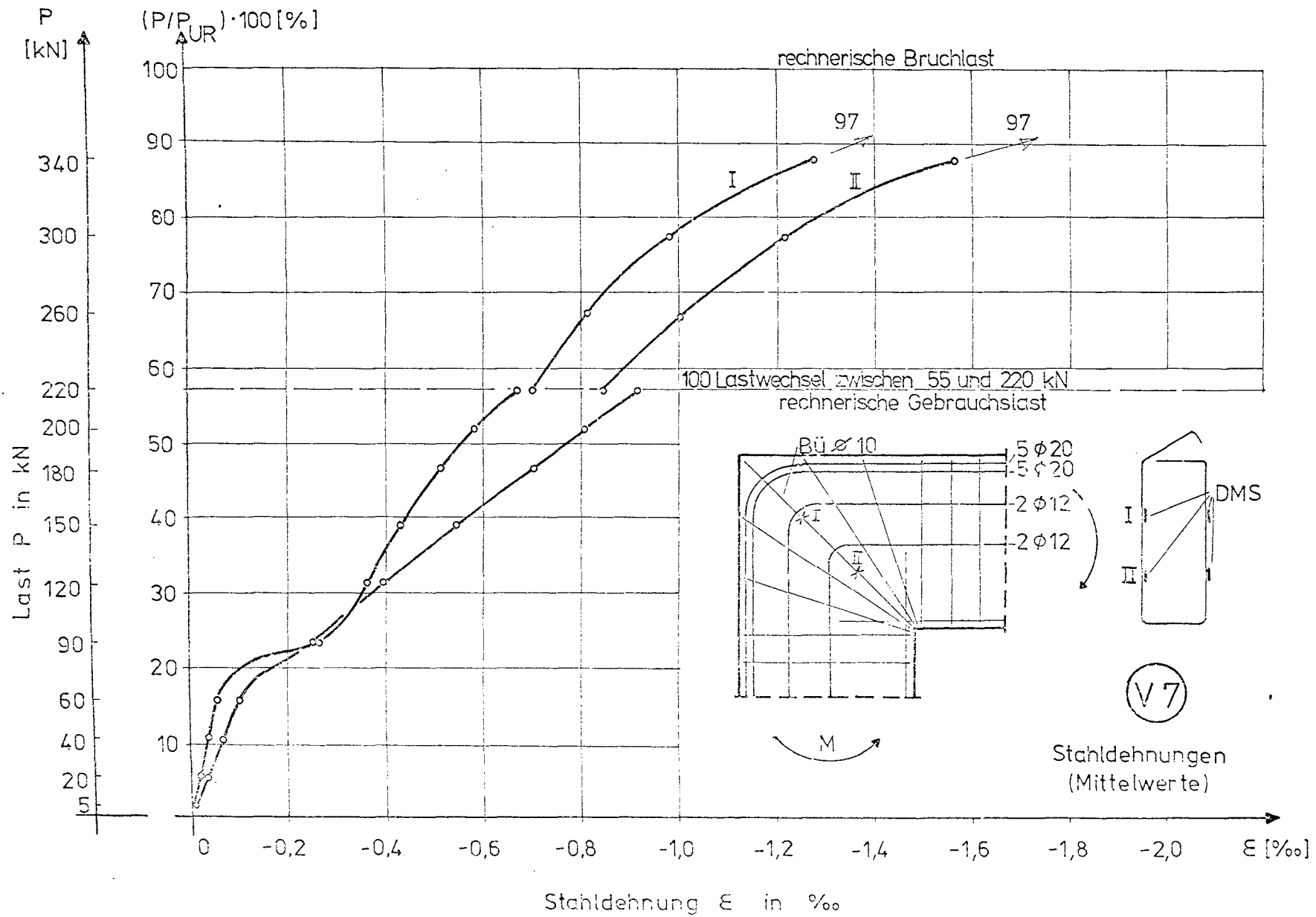


V7

gemessen mit DMS



Stahldehnungen (Mittelwerte aller Meßstellen) gemessen mit DMS



Betondehnung

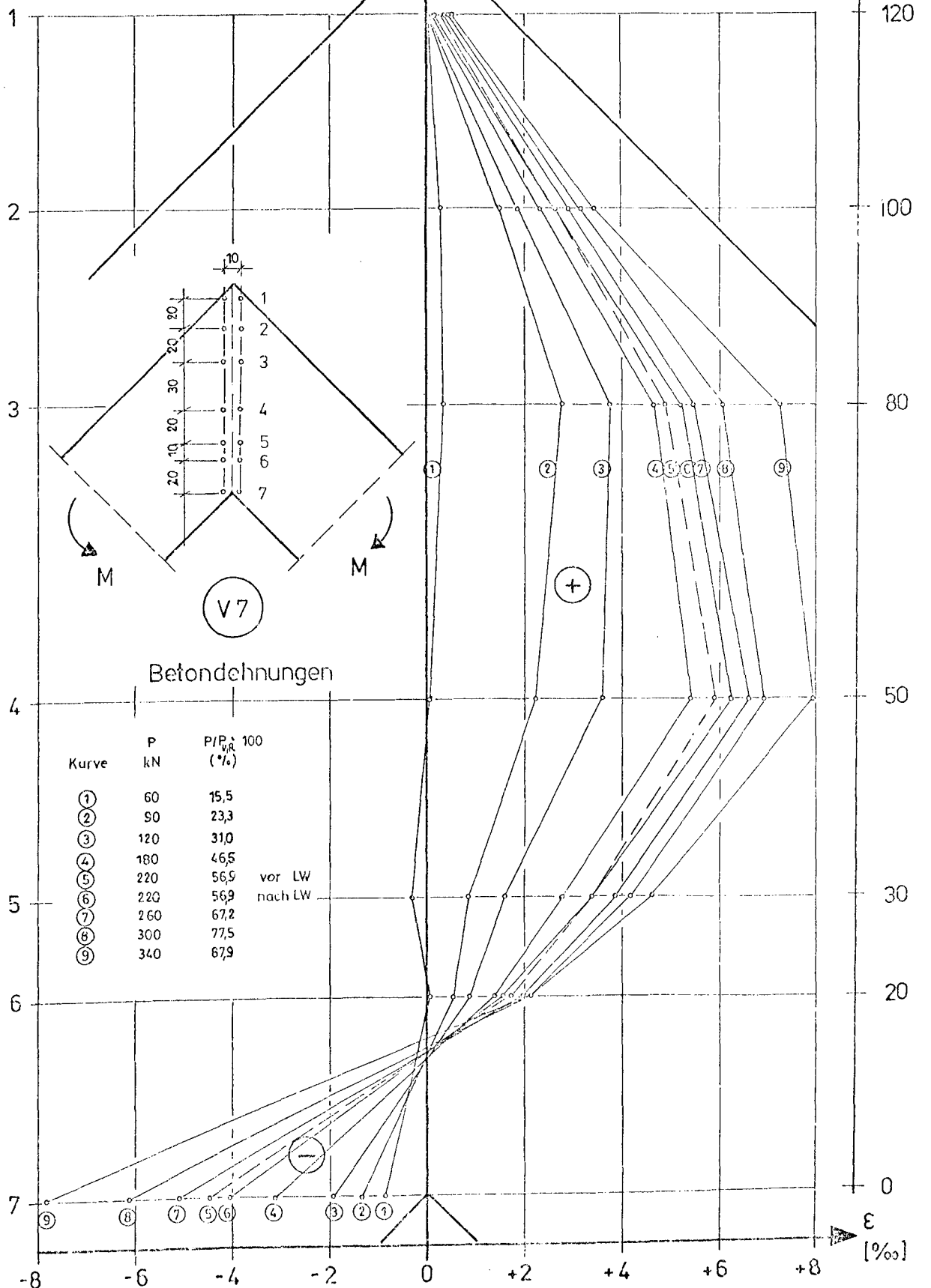
gemessen auf der Eckdiagonalen

10 cm Setzdehnungsmesser

Anlage 69

V7

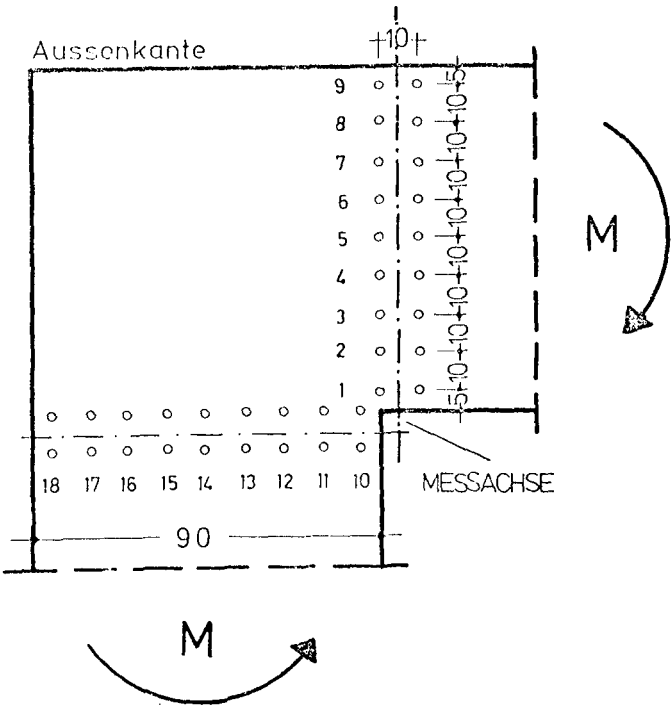
Mess-
stelle



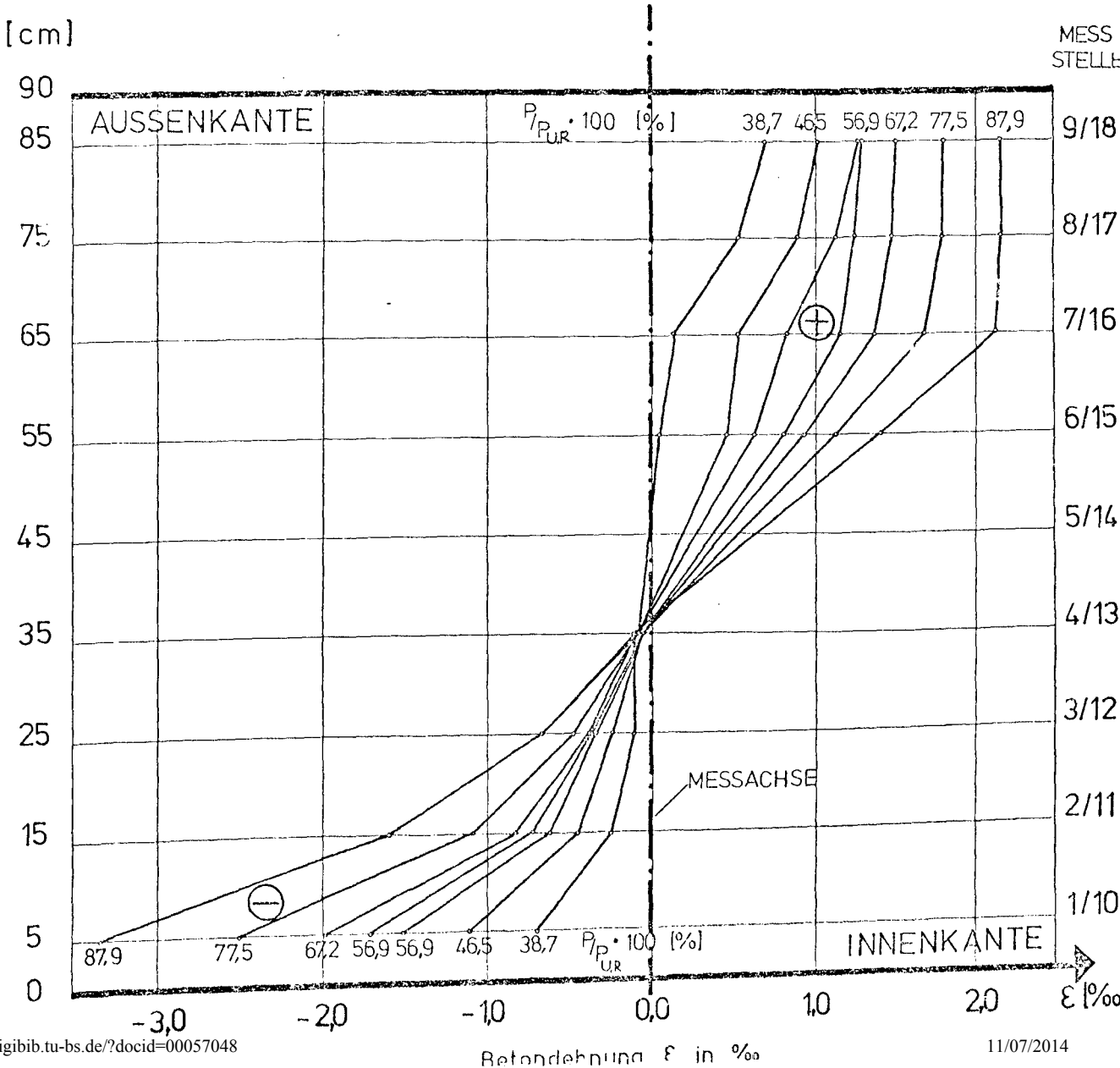
Betondehnung

gemessen am Anschnitt
10 cm Setzdehnungsmesser

V7



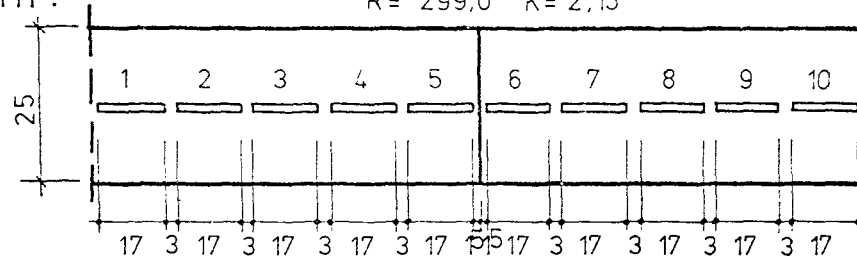
Mittelwerte beider
Meßstellen



DRAUFSICHT:

ANSICHT:

BETON - DMS 150 / 300 LP 21
R = 299,0 K = 2,15



MEßSTELLENBEZEICHNUNG

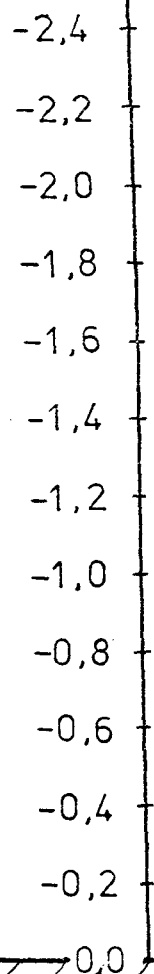
$P/P_{U,R} \cdot 100 [\%]$	$P [KN]$
87,9	340
77,5	300
67,2	260
56,9	220
51,5	200
46,5	180
38,7	150
31,0	120
23,3	90
15,5	60
5,2	20

MEßWERTE
GEMITTELT

25

SCHNITT A-A

$\epsilon [‰]$

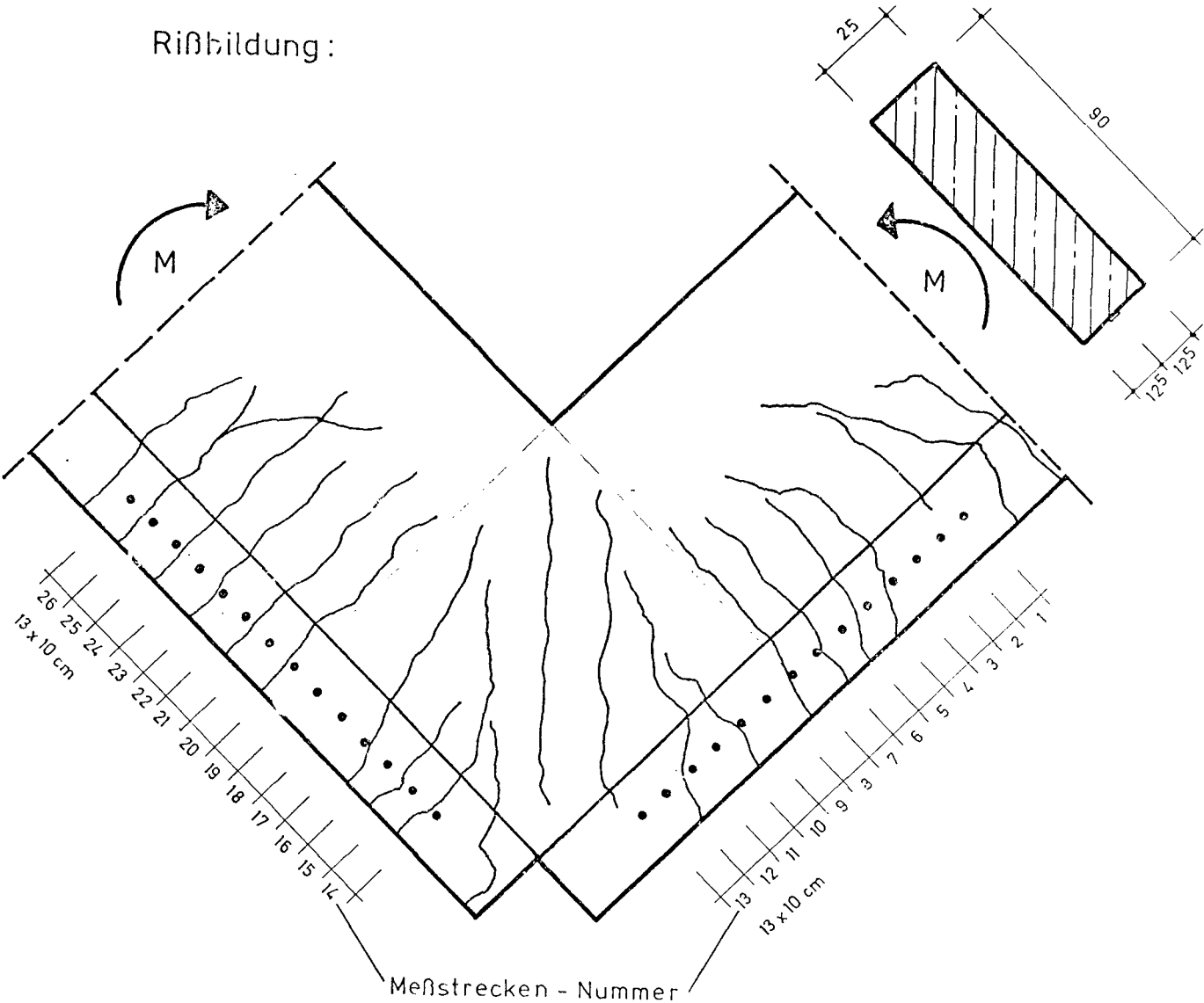


Betonverformung
gemessen auf der Aussenseite der Schenkel
(10 cm Setzdehnmessner)

Anlage 72

V7

Rißbildung:

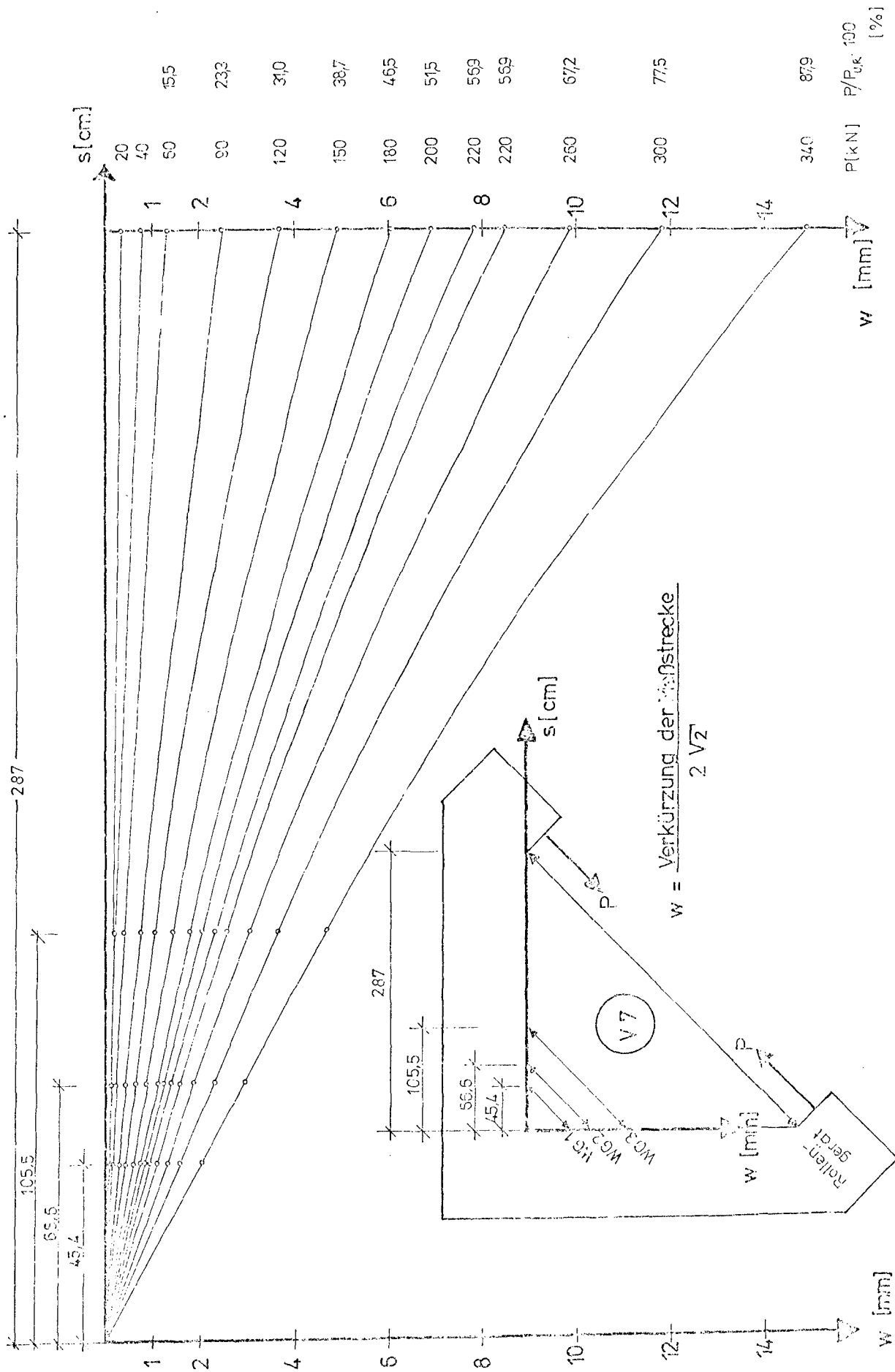


F	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Verlängerung der Meßstrecken (1/100 nm) :																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
5	1,3	-0,1	-0,1	0,1	0,1	0,5	0,4	0,2	0,6	0,8	0,6	0,3	0,7	0,3	0,1	0,2	0,4	0,5	0,1	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1	0,5
20	5,2	0	0	0,7	0,2	0,9	0,8	0,7	0,2	0,4	0,9	0,4	0,5	0,2	0,2	0	0,2	0,7	0,1	0,1	0,3	0,5	0,1	0,4	0,5	0,2	0,5
40	10,3	-0,2	0,9	1,5	0,2	1,9	1,3	1,6	0,5	0,6	1,5	0,3	1,0	0,4	0,3	0,2	0,3	1,2	0,8	0,6	1,4	1,5	0,7	1,3	1,7	-0,2	1,3
60	15,5	0,4	2,2	3,3	0,5	3,8	3,1	3,5	0,9	3,3	4,3	0,4	2,1	1,5	1,3	1,1	1,3	2,7	3,3	1,4	3,2	3,5	1,2	2,5	3,3	0,1	2,6
90	23,3	0,3	4,5	5,8	1,5	5,9	5,5	6,6	1,7	4,7	8,6	-0,4	5,5	8,4	5,7	3,7	2,6	5,2	6,3	3,7	5,6	5,5	2,2	4,4	5,9	0,9	3,6
120	31,0	0,3	7,1	8,9	3,6	6,6	8,0	9,7	3,2	5,1	11,7	0,1	8,3	13,3	8,8	5,9	3,3	7,5	8,3	5,1	7,9	7,8	1,9	6,7	8,7	2,1	5,0
150	38,7	-0,2	8,9	11,0	5,5	6,6	9,6	12,8	3,6	4,5	14,2	0,7	11,0	18,0	13,0	8,6	4,1	9,6	10,5	6,0	10,3	10,3	2,3	9,2	11,1	2,6	6,4
180	46,5	-0,1	11,2	13,5	7,8	7,9	12,0	15,4	5,8	5,3	18,1	1,9	13,9	23,9	17,6	11,8	5,3	12,6	13,0	7,3	12,8	13,0	2,5	11,5	13,7	3,7	8,0
200	51,7	-0,3	12,7	15,7	9,7	8,1	13,4	17,7	7,1	5,8	20,1	2,2	15,9	27,0	20,7	13,8	5,8	14,5	14,1	8,1	14,5	14,7	3,5	13,1	15,7	3,9	9,2
220	56,9	0,5	13,8	17,1	11,0	8,3	14,6	19,2	7,6	5,5	21,6	2,0	18,2	30,7	23,4	15,5	5,9	15,6	15,5	8,8	15,5	16,2	3,0	14,3	16,8	4,2	10,1
100 Lastwechsel zwischen 55 und 220 kN																											
220	56,9	2,3	14,4	18,3	13,8	7,1	15,5	19,6	9,1	4,8	22,2	1,5	22,2	35,1	28,0	18,8	5,7	16,6	16,0	8,7	16,2	17,4	2,5	15,6	17,9	3,4	11,5
rechnerische Gebrauchslast																											
260	67,2	3,2	16,5	21,5	16,6	8,1	18,2	23,6	11,3	5,0	26,5	2,4	25,6	42,1	34,2	22,7	6,5	19,3	19,2	10,5	19,6	20,7	2,7	18,3	21,7	4,4	13,9
300	77,5	4,7	18,9	24,9	19,3	8,9	21,5	27,3	13,7	5,9	30,9	2,5	31,2	48,6	40,5	27,0	7,8	22,4	22,2	12,6	22,7	24,1	3,4	21,8	24,9	5,5	16,0
340	87,9	6,4	21,1	30,4	24,6	10,3	25,3	33,3	16,9	5,8	37,7	0,7	43,3	64,5	55,2	33,8	10,1	27,0	26,5	14,9	26,6	28,6	3,8	26,3	28,8	8,1	17,7
375	96,9																										

Biegelinie eines Schenkels

gemessen mit ind. Weggebern
und Rollengerät

V7

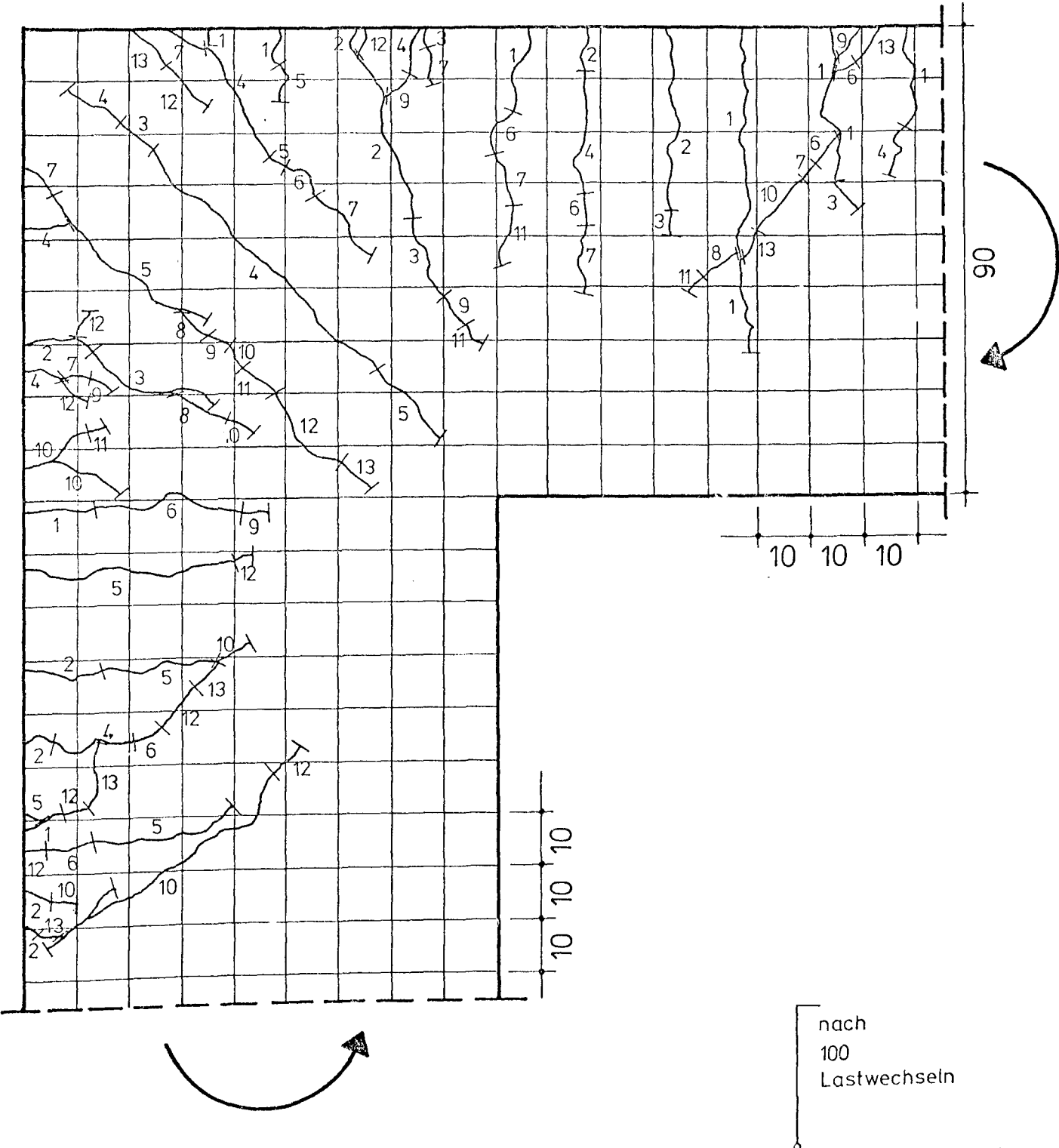


P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreite 1/100 mm gemessen auf allen Meßlinien. Riß Nr.:																			
[kN]	[%]	11	11a	11b	11c	11d	16	16a	16b	16c	16d	3	3a	3b	3c	3d	19	19a	19b	19c	19d
0	0																				
5	1,3																				
20	5,2											2					5				
40	10,3	3										5					6				
60	15,5	4	5	6	4	3	3	3	4	3	2	6					6				
90	23,3	5	6	7	5	3	6	5	6	4	3	7					7				
200	31,0	5	7	12	8	7	8	6	9	6	3	8					8				
150	38,7	5	7	14	9	7	10	7	9	6	5	8	10	5			9	2	3	3	2
180	46,5	5	12	16	10	9	11	9	11	7	3	9	11	7	4		9	4	9	4	3
200	51,7	7	16	17	12	10	11	9	11	7	3	12	11	7	4		10	6	9	4	3
220	56,9	10	18	19	13	10	22	17	14	10	6	13	13	8	6		11	8	10	9	6
		100 Lastwechsel zwischen 5,5 und 22 kN																			
220	56,9	10	20	20	15	11	20	16	13	11	13	14	13	9	7		9	7	10	9	5
	57,1	rechnerische Gebrauchslast																			
260	67,2	16	21	24	15	11	27	19	18	15	9	14	16	10	9	7	15	10	12	11	9
300	77,5	19	24	26	18	11	31	22	19	16	10	15	18	12	10	9	18	13	18	16	11
340	87,9	24	31	29	19	14	41	34	23	18	14	19	24	16	11	10	20	16	21	18	13
375	96,9																				

P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißbreite 1/100 mm - gemessen auf allen Meßlinien RiB Nr.:											
kN	%	22I	22II	1	1a	1b	1c	1d	25	25a	25b	25c	25d
0	0												
5	1,3												
20	3,2			7									
40	10,3			9									
60	15,5			9									
90	23,3	14	24	14	6	2			4	3			
120	31,0	18	27	15	9	3			8	5	5	4	
150	38,7	20	32	15	11	10	6		10	11	7	5	
180	46,5	21	39	16	12	11	8	5	11	13	11	6	
200	51,7	29	52	17	26	24	15	9	18	21	17	10	
220	56,9	35	61	20	23	25	31	11	24	23	20	14	
		100 Lastwechsel zwischen 5,5 und 220 kN											
220	56,9	34	55	20	22	25	30	11	22	20	17	14	
	57,1	rechnerische Gebrauchslast											
260	67,2	37	58	31	48	51	42	22	24	24	20	19	10
300	77,5	41	61	34	56	55	48	24	26	25	26	21	12
340	87,9	46	73	35	58	91	72	52	34	84	72	46	19
375	96,9												

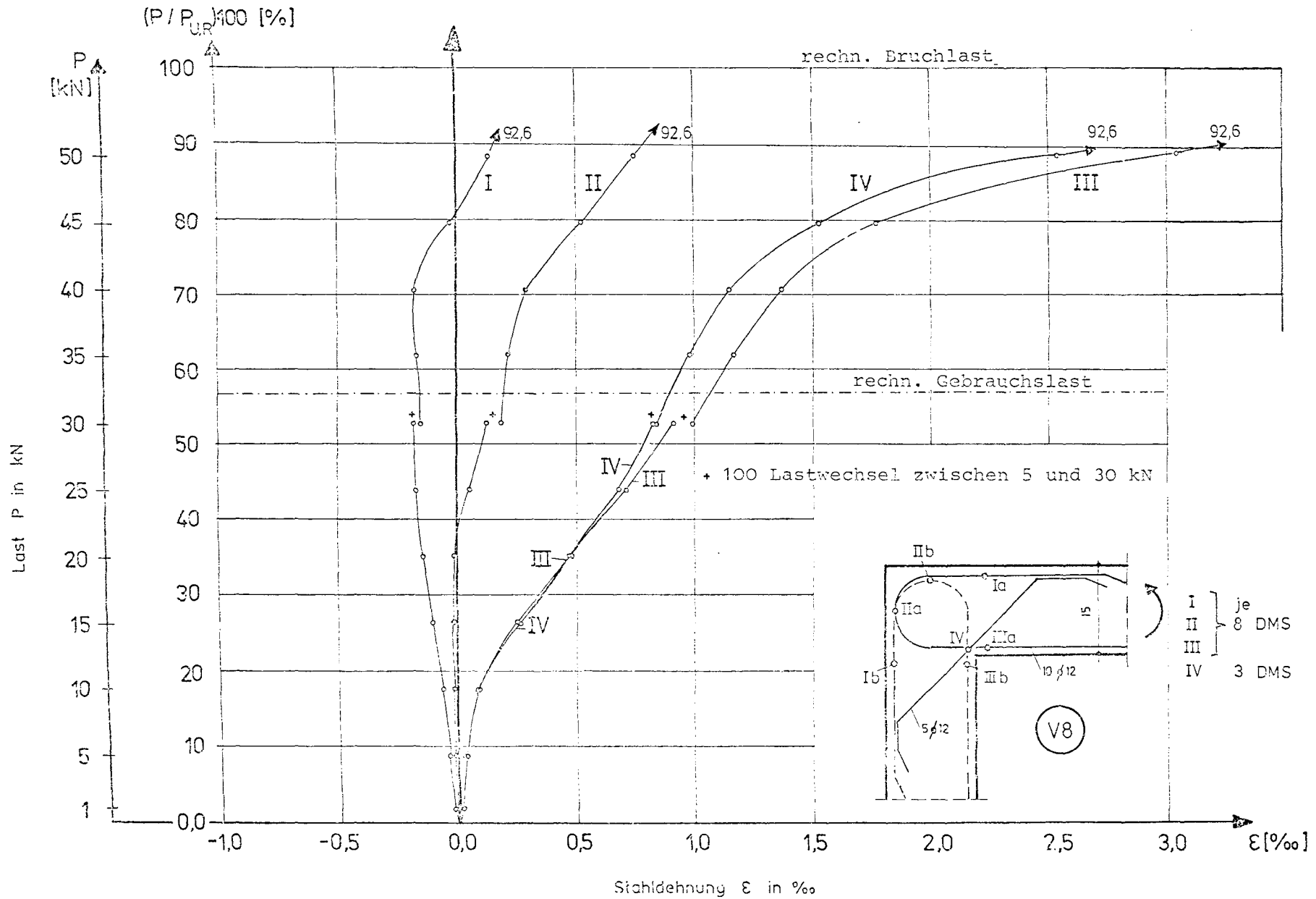
Rißentwicklung V7

Rißbild mit Angabe der Laststufen



Laststufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\frac{P}{P_{UR}} \cdot 100 \text{ [%]}$	5,2	10,3	15,5	23,3	31,0	38,7	46,5	51,7	56,9	56,9	67,2	77,5	87,9

Stahdehnungen (Mittelwerte aller Meßstellen) gemessen mit DMS

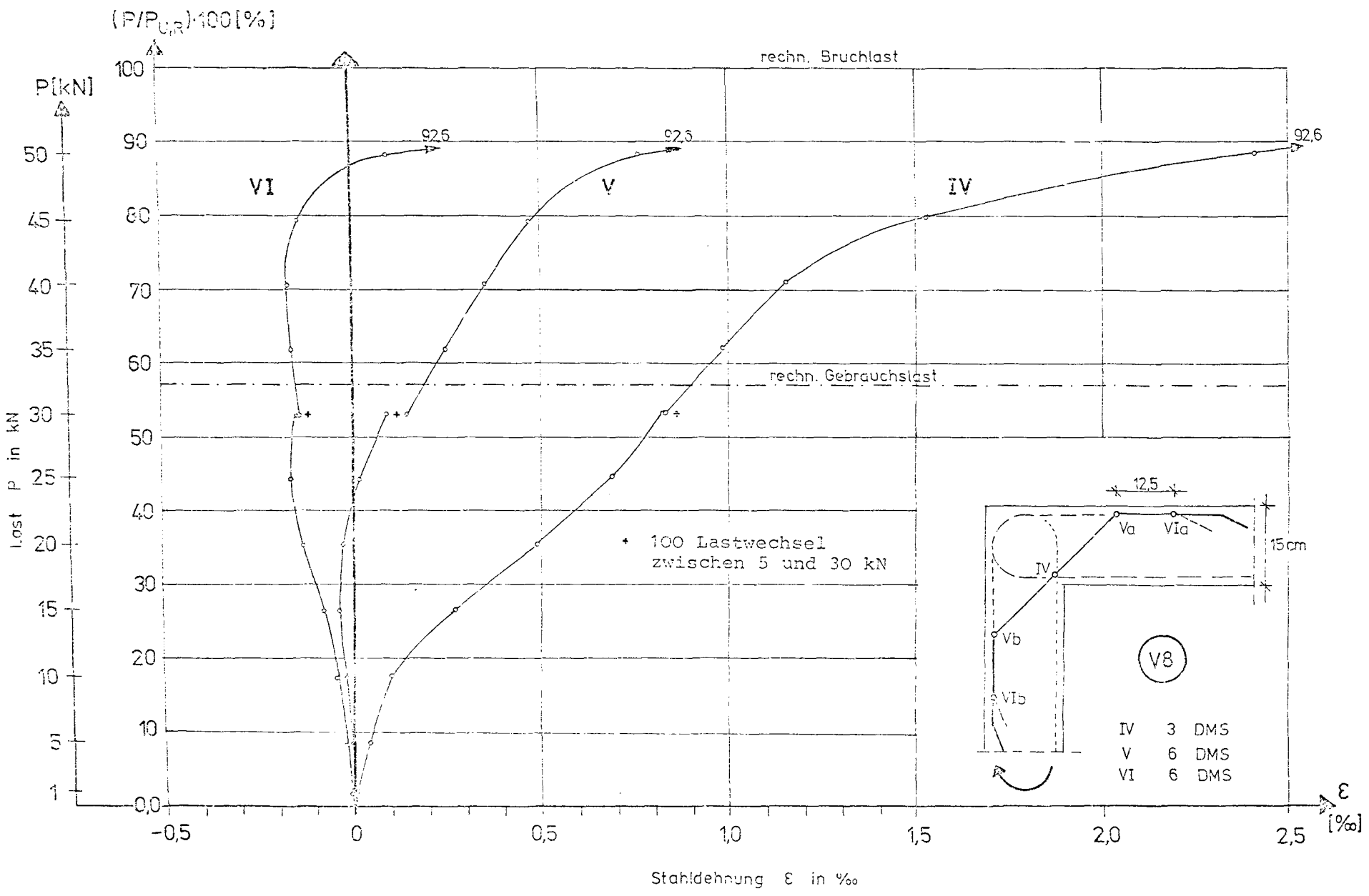


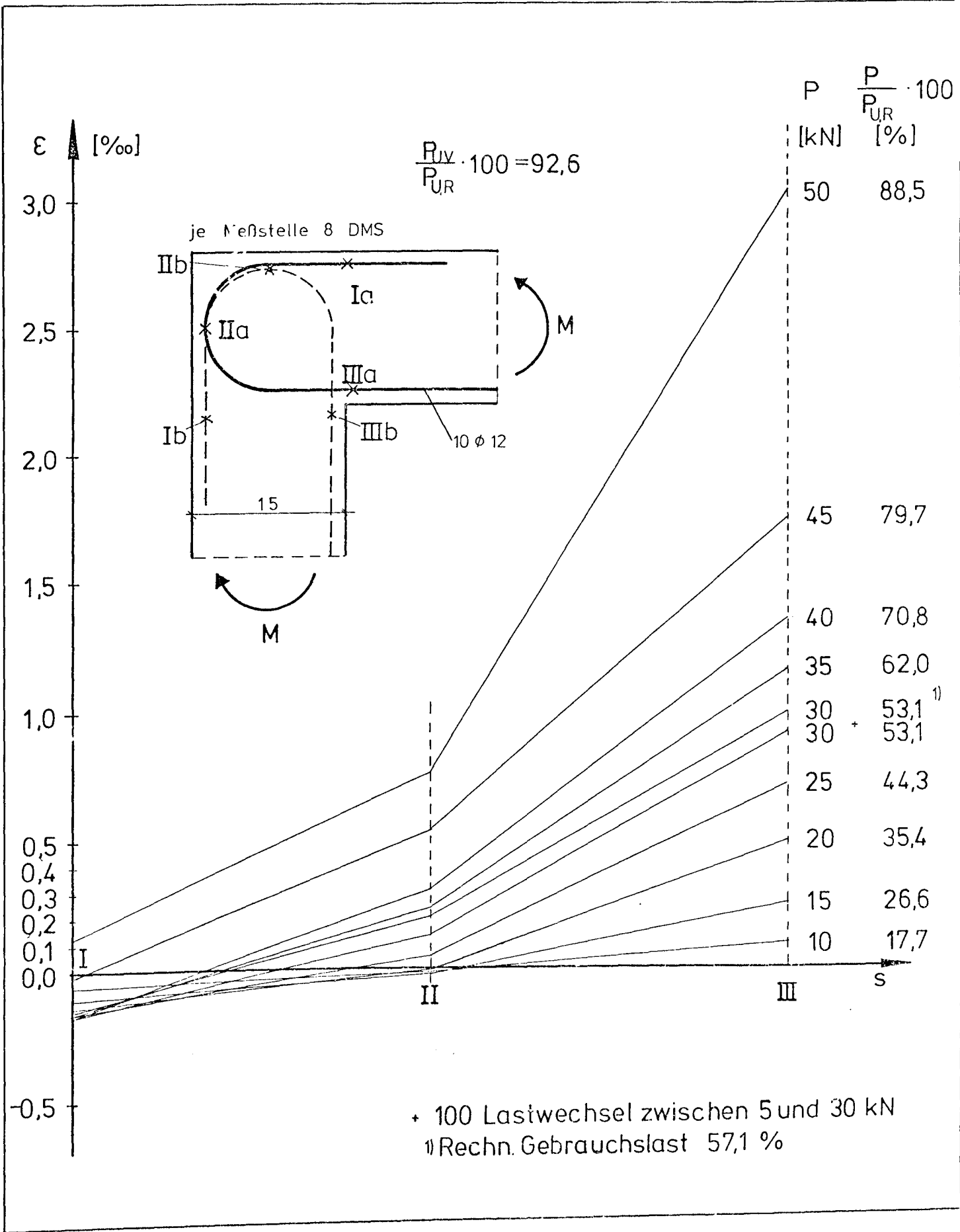
V8

Anlage 77

Stahdehnungen (Mittelwerte aller Meßstellen) gemessen mit DMS

Anlage 78
V8



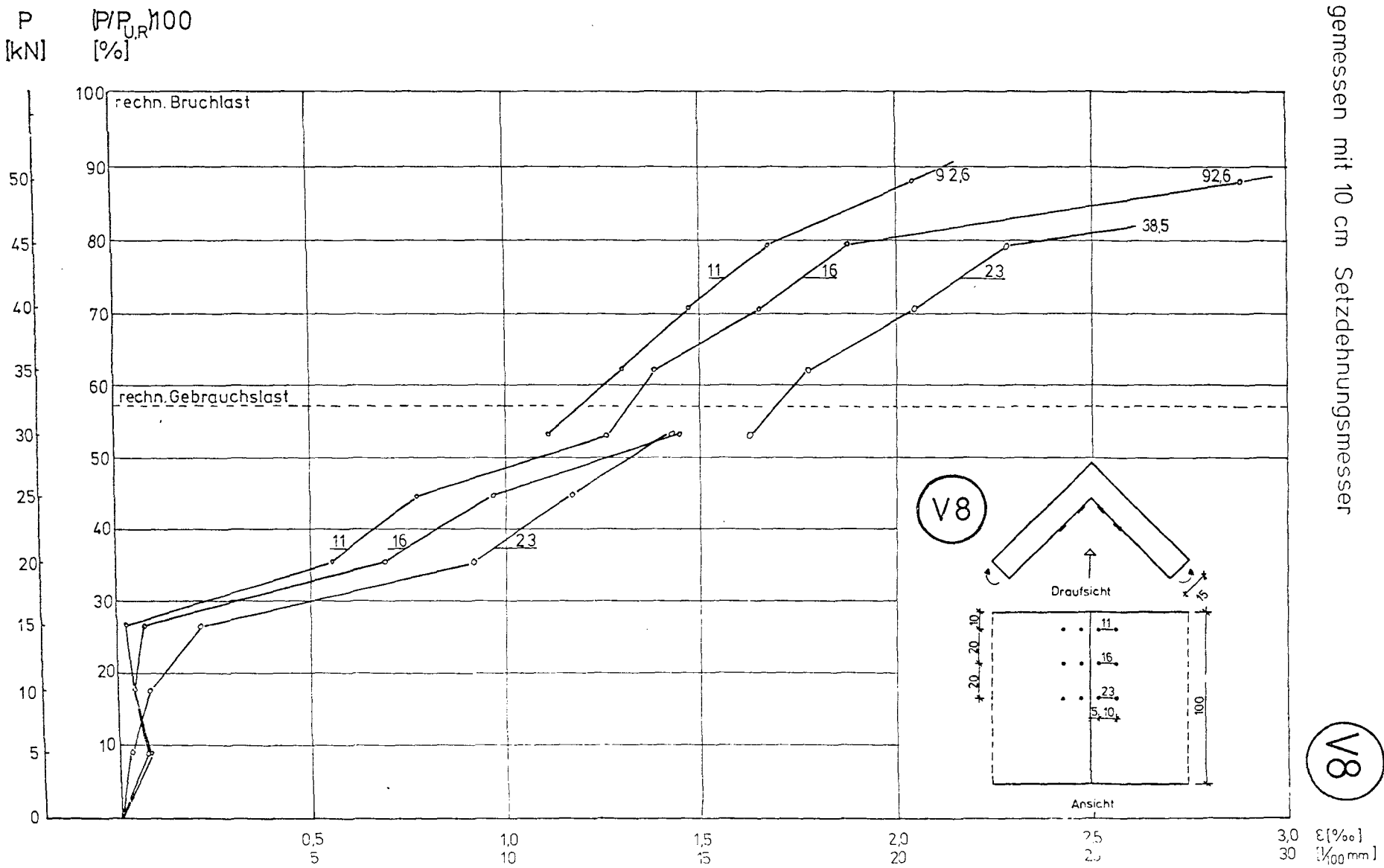


Betondehnungen

gemessen mit 10 cm Setzdehnungsmesser

Anlage 80

V8

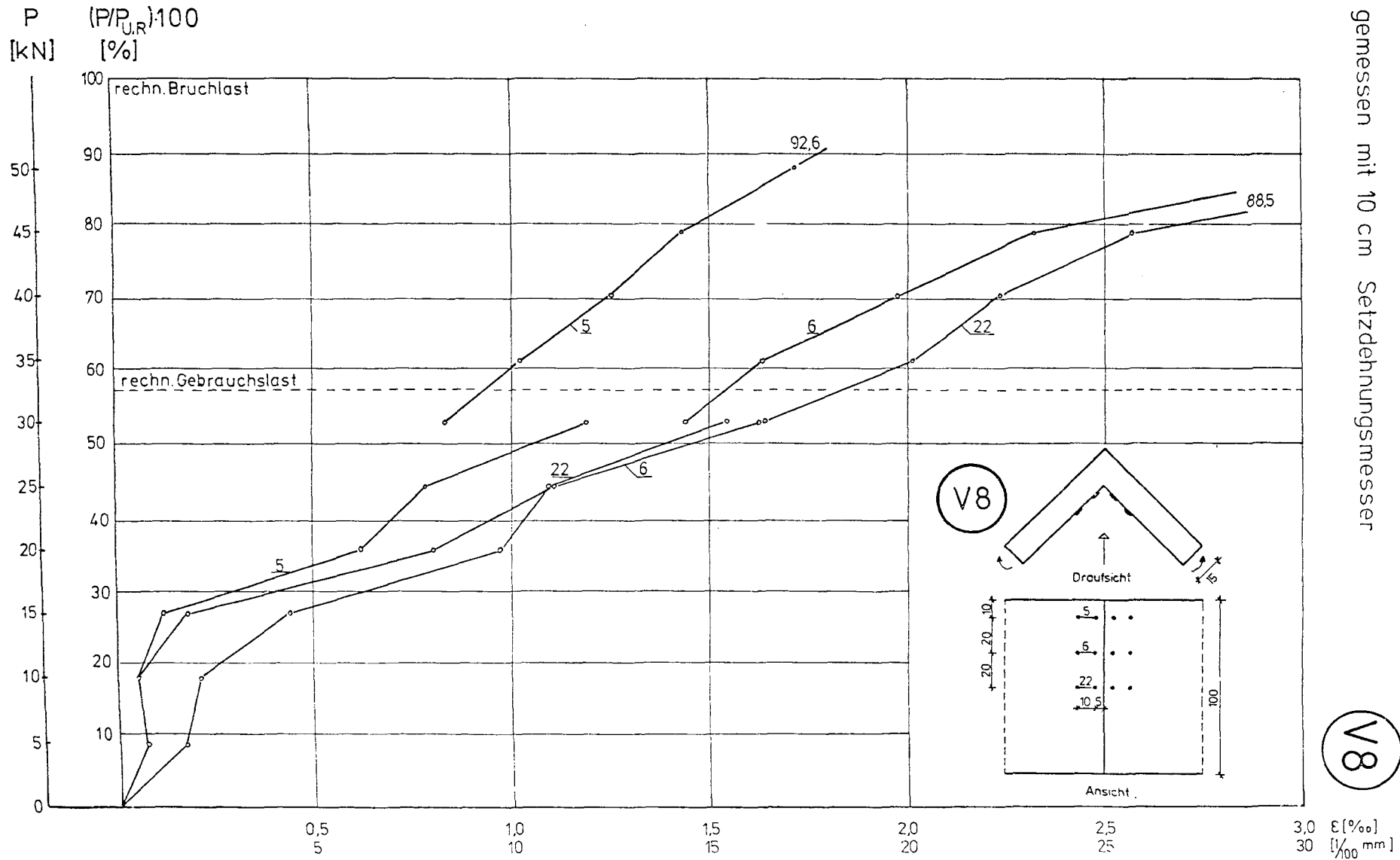


Betondehnungen

gemessen mit 10 cm Setzdehnungsmesser

Anlage 81

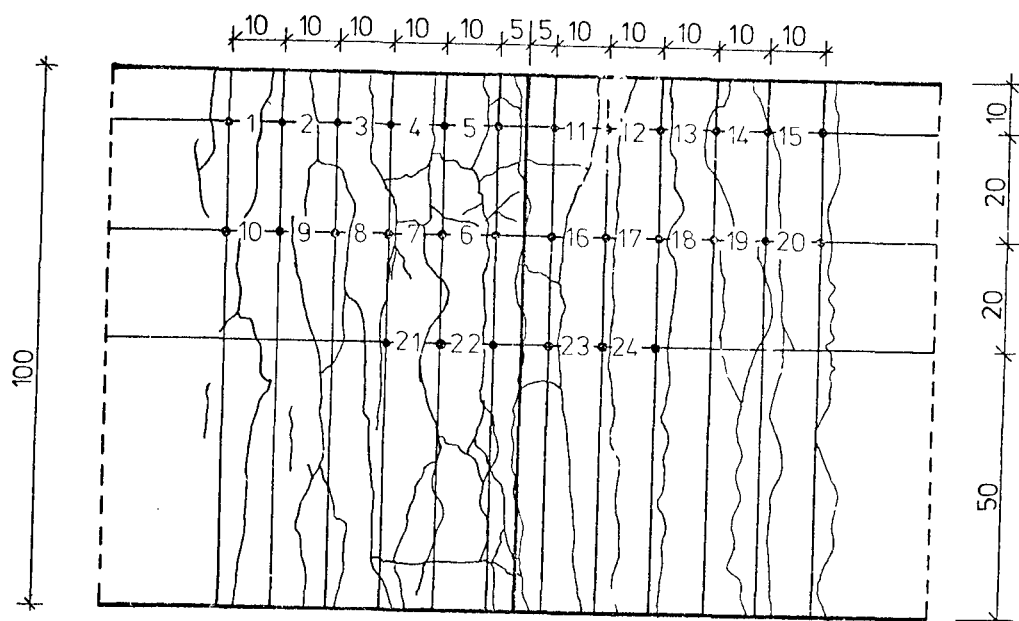
V8



auf der Innenseite der Schenkel
gemessen mit 10 cm SDM

V8

Rißbildung :



Ansicht Innenseite

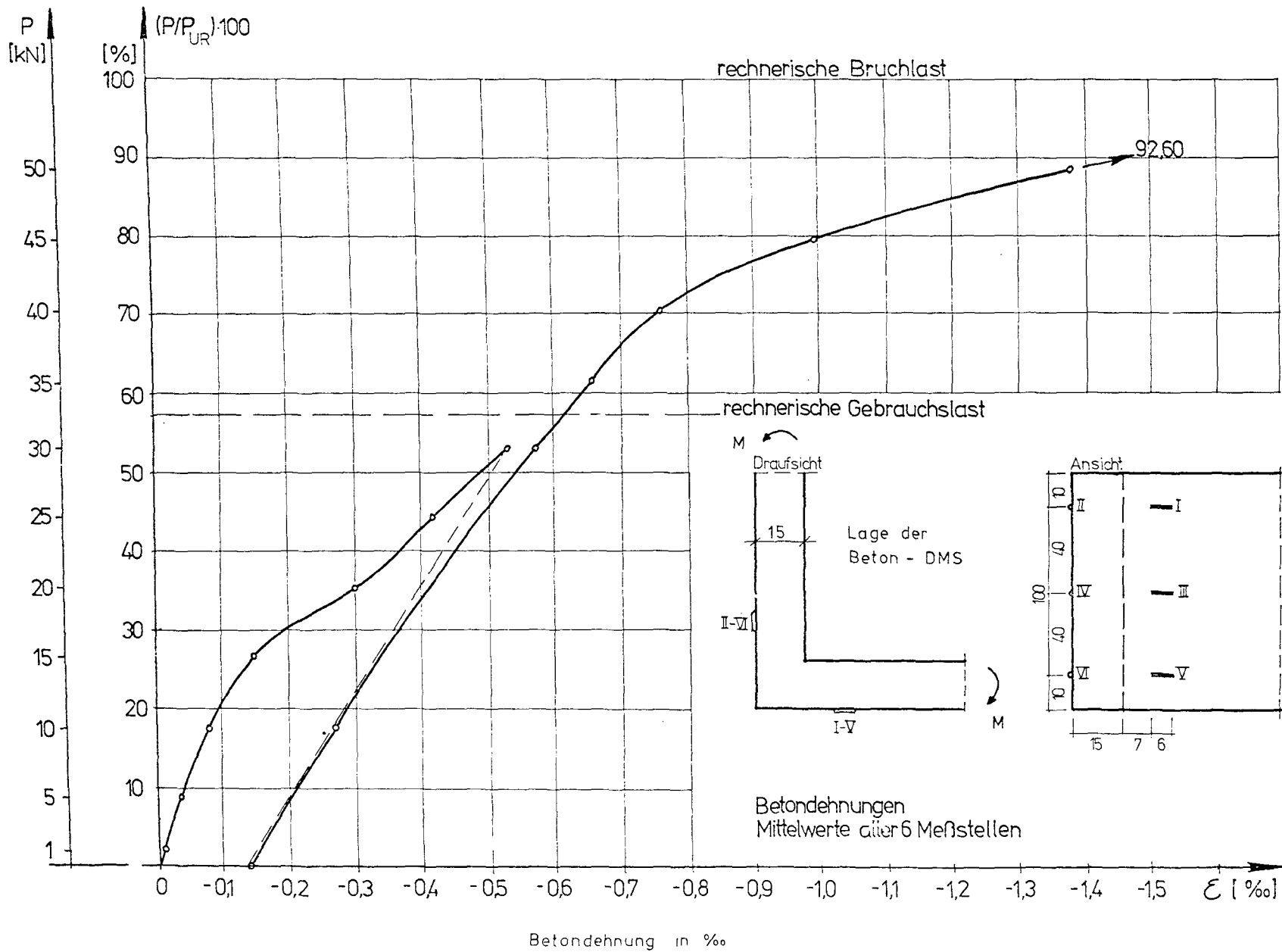
P [kN]	$\frac{M}{M_{U,R}} - 100$ [%]	Verlängerung der Meßstrecken in 1/100 mm														Meßstrecke Nr.									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,8	1,3	1,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,2	0,3	0,1	0,7		0,1	0,2	0,9	0,4	0,6	1,2	-0,1	1,2	0	0,1
5	8,9	0,6	1,2	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,6	0,8	0,5	1,0		0,1	0,7	0,9	0,5	1,1	1,1	0,3	1,7	0,3	0,5
10	17,7	0,5	1,0	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,7	0,4	0,1	0,4	0,6	1,1		0,3	0,4	0,6	0,5	0,2	0,3	1,0	2,1	0,2	0,2
15	26,6	1,5	2,0	1,4	1,6	1,2	1,8	2,1	2,6	0,1	1,1	0,2	1,4	2,6		0,8	0,7	1,3	1,9	1,2	0,7	2,8	4,4	2,1	1,8
20	35,4	5,1	5,2	6,7	3,7	6,2	8,0	7,3	6,7	2,2	3,9	5,5	6,1	9,1		3,8	6,8	5,6	6,7	4,3	2,7	5,0	9,7	9,1	3,0
25	44,3	7,1	6,0	8,2	7,4	7,8	11,0	11,9	8,7	3,3	5,8	7,6	7,5	13,6		6,2	9,6	8,0	8,6	7,0	3,9	8,3	10,9	11,6	7,2
30	53,1	11,9	10,7	13,1	14,2	11,8	16,2	18,8	13,2	7,5	10,3	12,5	11,8	20,4		10,3	14,4	13,3	12,5	12,1	7,9	11,3	15,4	14,2	10,5
100 Lastwechsel zwischen 5 und 30 kN																									
0	0	2,9	1,4	3,1	2,8	1,8	3,6	4,7	2,8	0,6	2,0	2,3	1,8	5,7		1,9	2,8	2,8	2,5	2,7	1,1	3,3	8,0	4,3	3,5
10	17,7	4,7	3,5	5,5	6,1	4,0	6,9	8,5	5,0	2,4	4,1	4,9	3,9	8,8		4,6	5,8	5,4	5,1	5,1	3,5	5,8	11,2	7,2	5,6
30	53,1	10,1	8,3	11,4	12,4	8,3	14,3	17,4	10,6	5,2	8,3	11,0	9,8	19,4		8,5	12,5	11,4	11,6	10,2	6,0	12,4	16,4	16,1	11,8
57,1 rechnerische Gebrauchslast																									
35	62	11,6	9,5	13,0	14,6	10,2	16,3	20,3	12,2	6,0	2,5	12,9	11,0	22,7		10,0	13,8	13,0	13,0	11,8	7,3	14,6	20,1	17,8	13,8
40	70,8	14,1	11,7	15,3	17,7	12,5	19,8	24,5	14,5	7,8	2,0	14,6	13,0	26,6		12,2	16,4	16,0	15,4	14,1	8,3	17,2	23,3	20,5	16,3
45	79,7	16,5	14,1	18,0	21,6	14,3	23,2	29,7	17,3	9,8	4,5	16,6	14,3	30,7		14,5	18,7	18,7	18,3	17,1	10,7	21,3	25,7	22,5	19,8
50	88,5	18,2	15,8	20,2	24,7	17,2	31,0	33,6	19,6	11,3	6,6	20,4	14,5	33,9		16,1	28,9	19,8	21,1	19,9	11,8	25,2	34,4	33,4	22,5
52,3	93																								

Betondehnung

gemessen mit Beton - DMS

Anlage 83

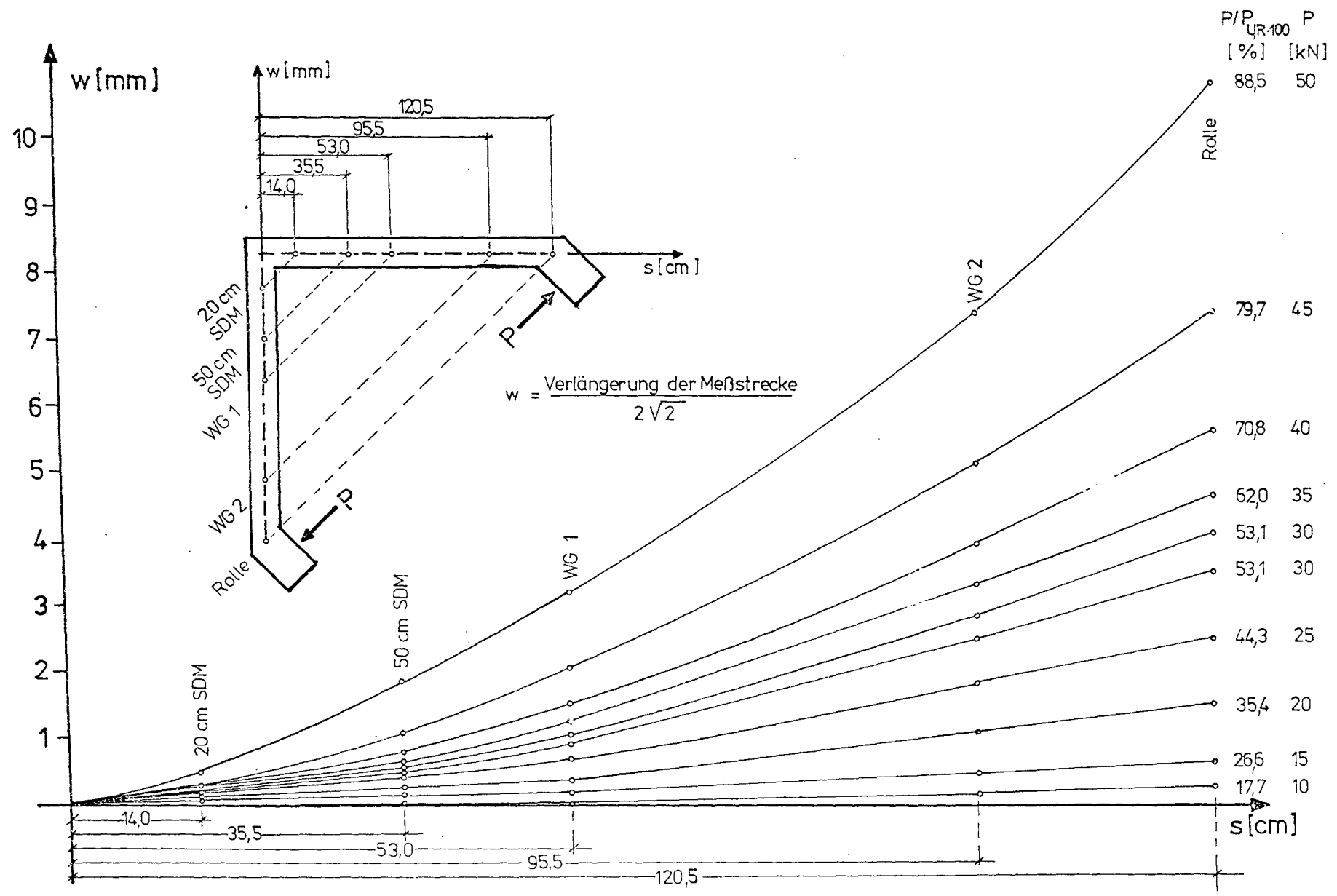
V8



Biegelinie eines Schenkels

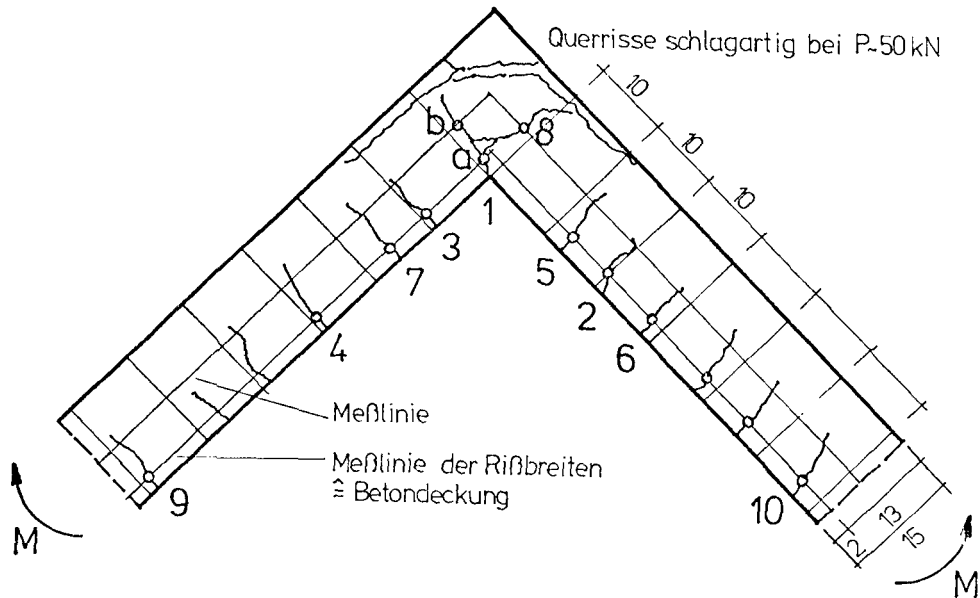
gemessen mit SDM, ind. Wegebern und Rollengerät

V8



Rißbreiten V8

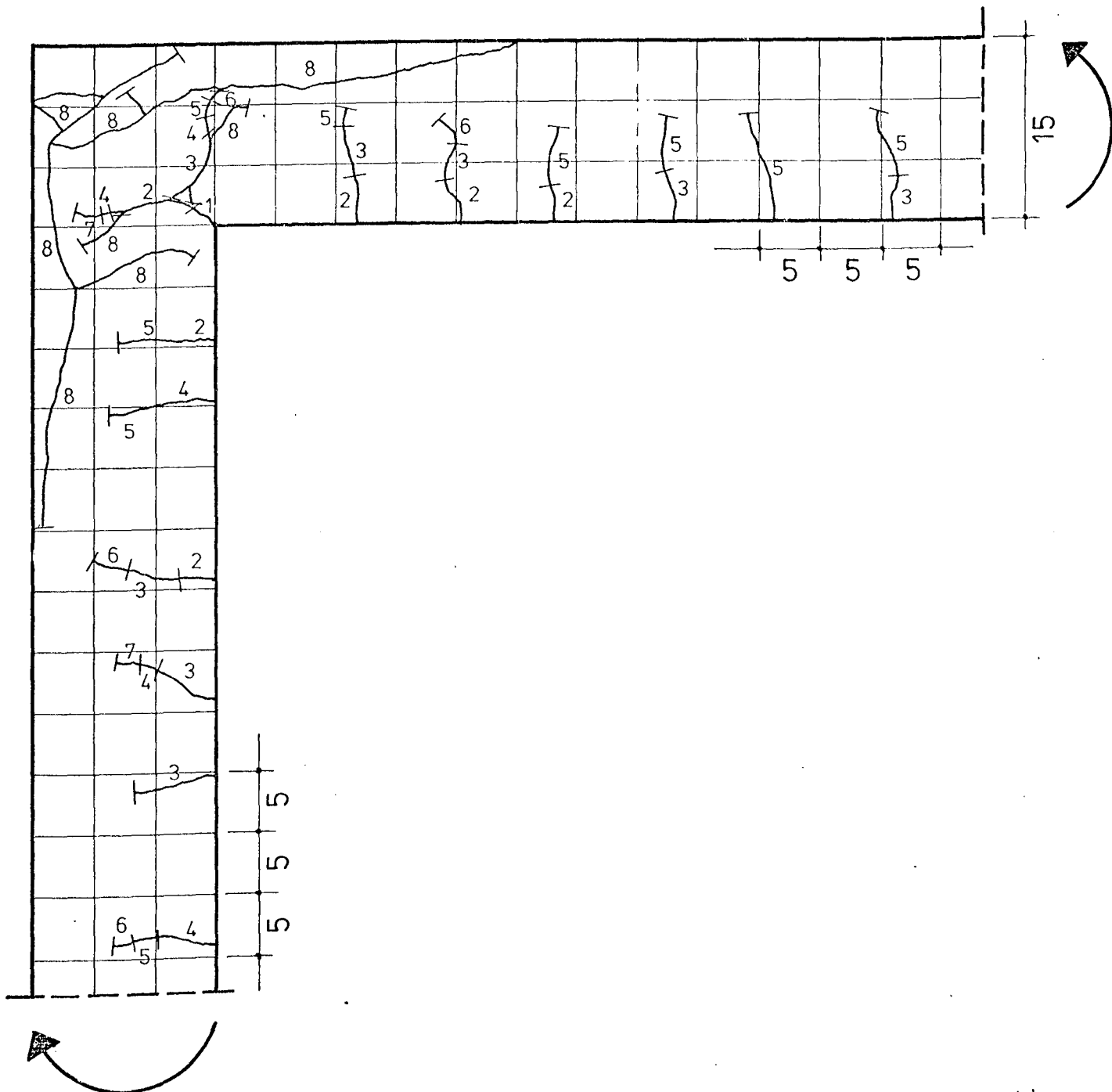
Bezeichnung der Risse



P (kN)	$\frac{M}{M_{U,R}} \cdot 100$ (%)	Rißbreiten 1/100 mm - gemessen auf der Meßlinie										
		Rißnummer										
		1a	1b	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0											
1	1,8											
5	8,9											
10	17,7											
15	26,6											
20	35,4	8	3	3	2	5	4	1				
25	44,3	17	9	5	5	7	6	4				
30	53,1	22	12	7	5	11	8	6	6	7	4	5
100 Lastwechsel zwischen 5 und 30 kN												
0	0	13	6	2	1	3	2	2	1	4	2	1
30	53,1	28	12	8	4	11	11	6	6	7	4	4
57,1 Rechnerische Gebrauchslast												
35	62,0	30	13	9	4	13	11	8	8	10	4	7
40	70,8	40	20	12	6	14	12	10	11	11	6	9
45	79,7	55	23	12	5	13	12	12	10	13	8	11
50	88,5	92	35	8	6	16	12	11	11	22	9	11
52,3	93,0											

Rißentwicklung V8

Rißbild mit Angabe der Laststufen



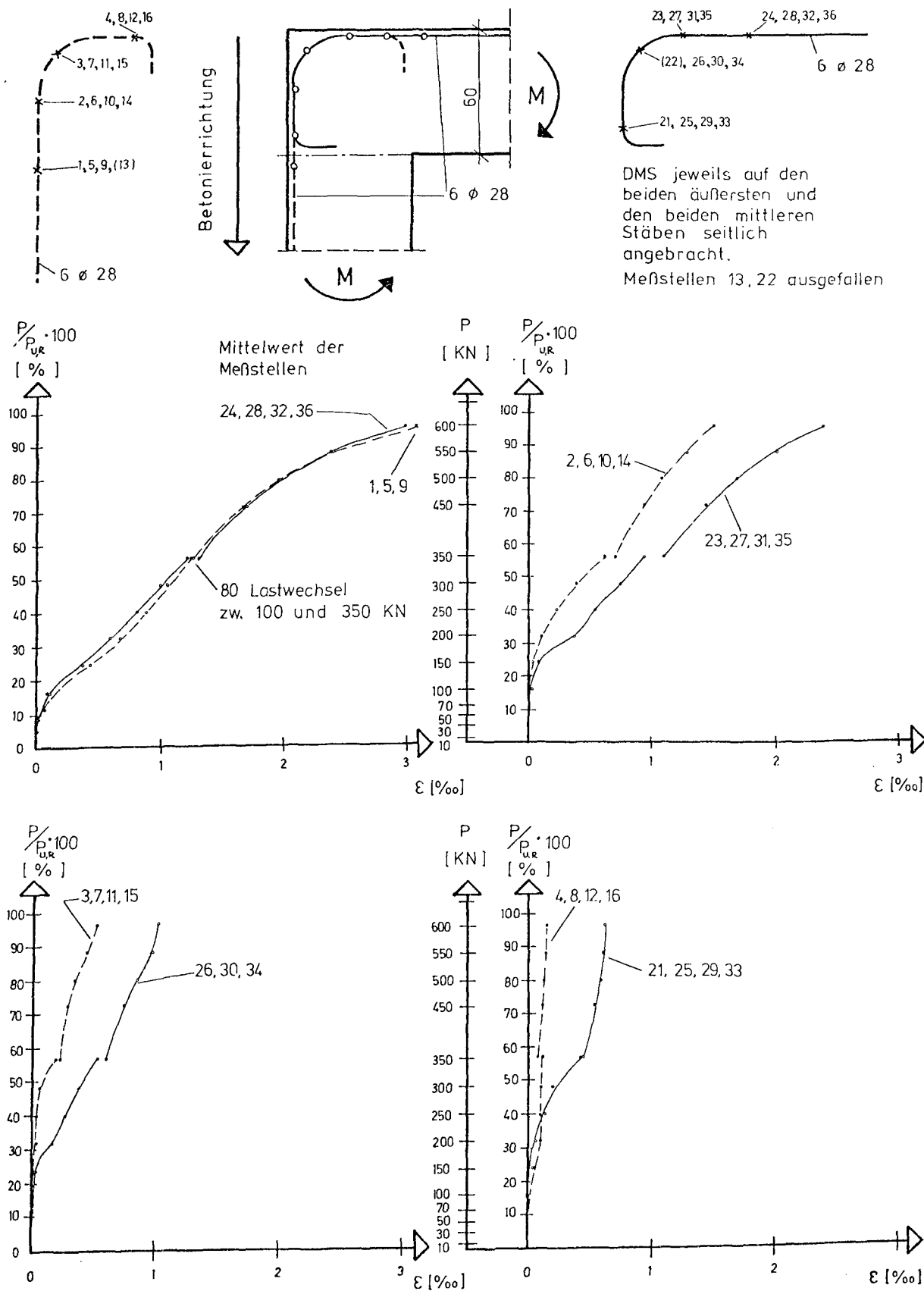
(Bruch)

Laststufe	1	2	3	4	5	6	7	8
$\frac{P}{P_{UR}} \cdot 100 \text{ [%]}$	26,6	35,4	44,3	53,1	62,0	70,8	88,5	93,0

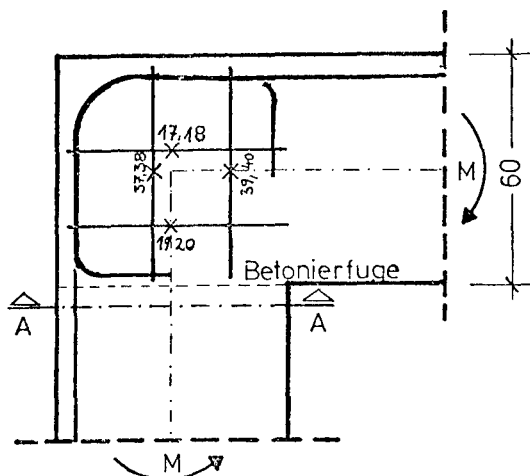
Stahldehnungen gemessen mit DMS

Anlage 87

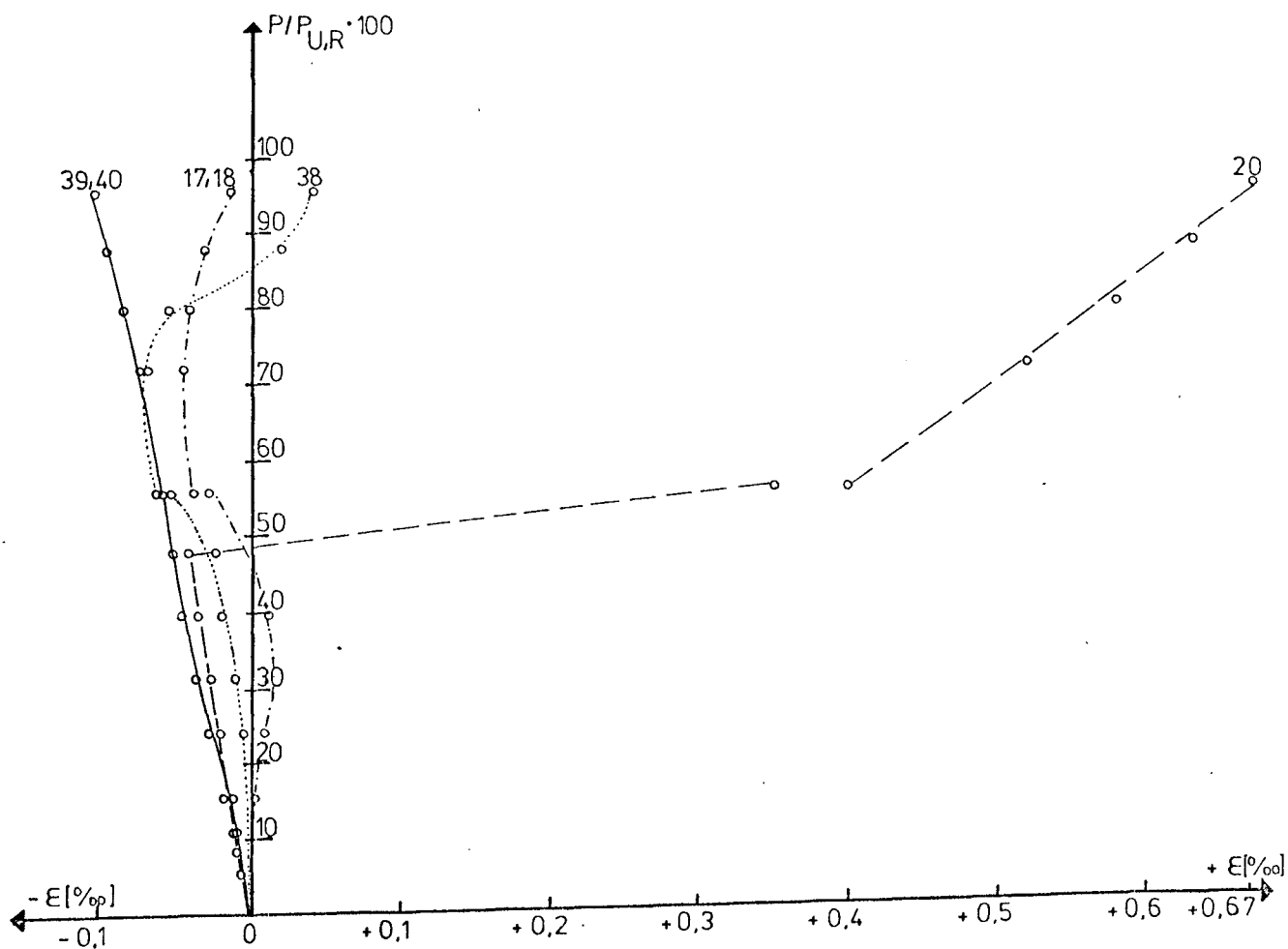
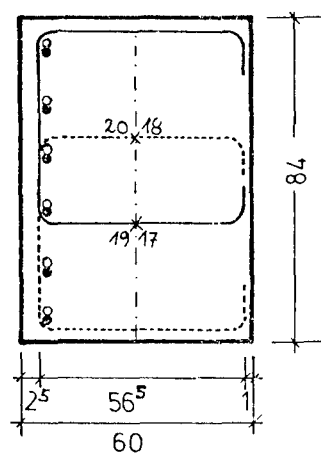
V 9



Draufsicht V9



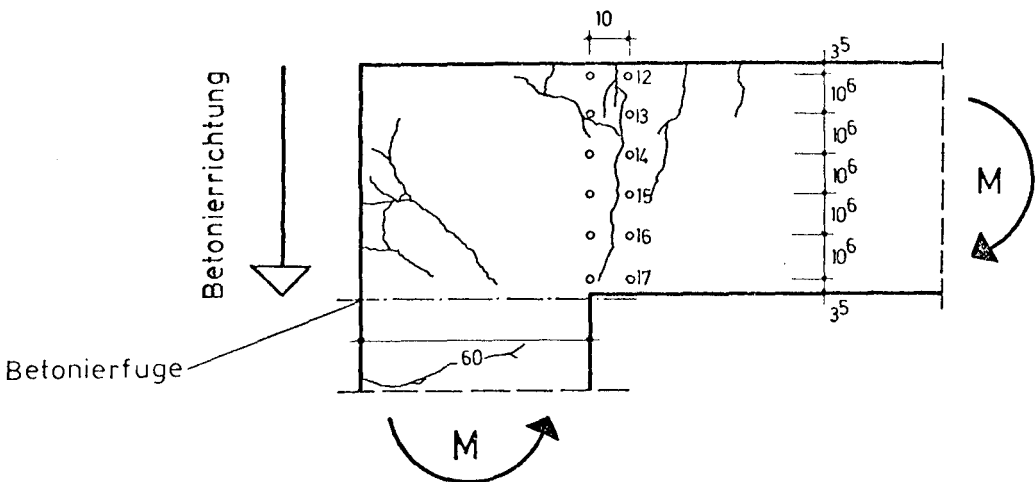
Schnitt A-A



gemessen mit 10 cm Setzdehnmesser

V9

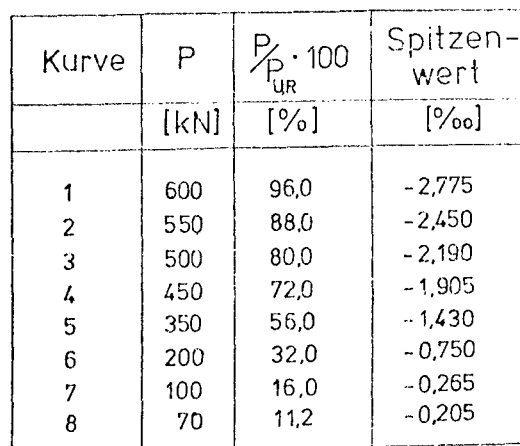
Bezeichnung der Meßstrecken; Rißbildung



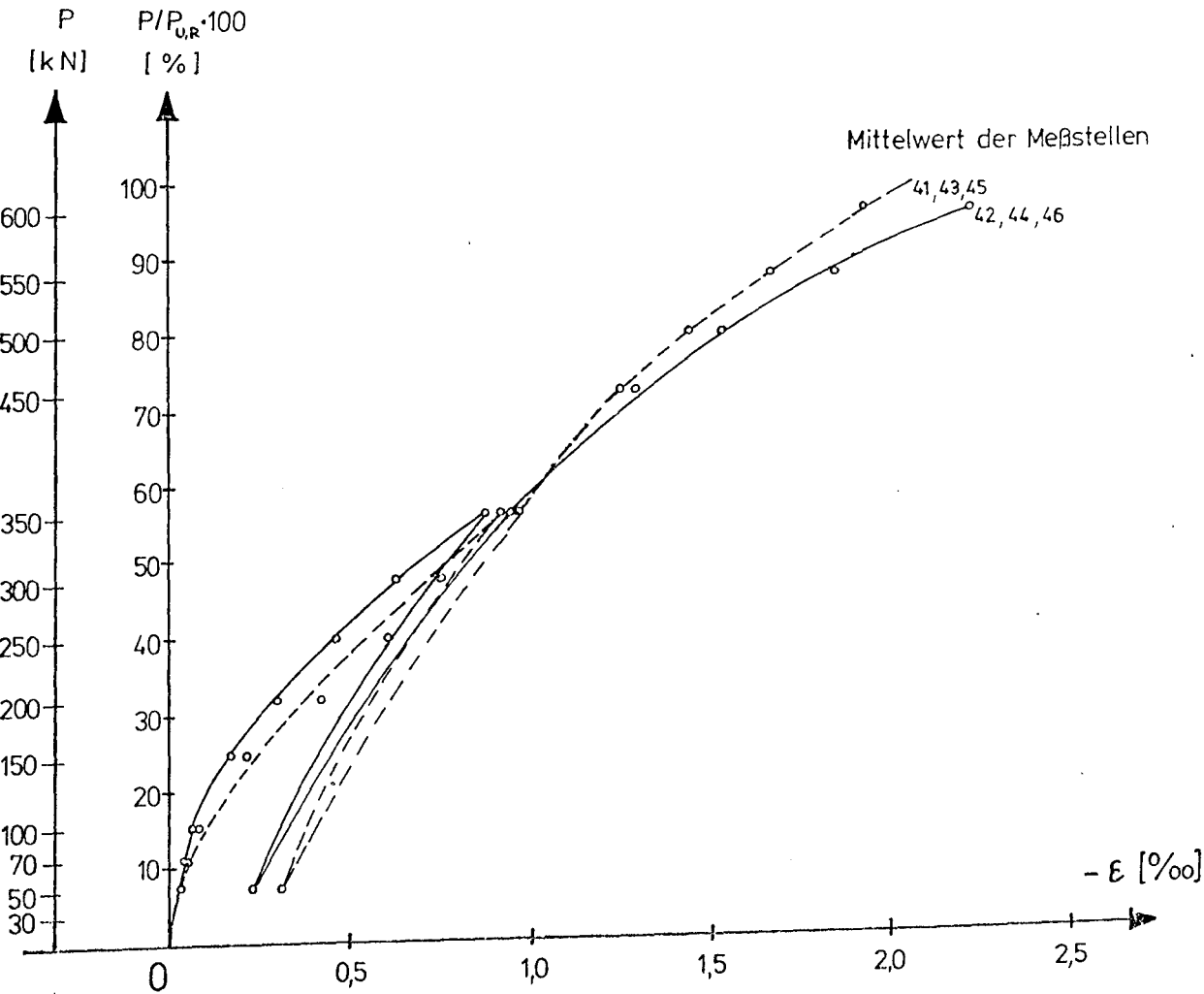
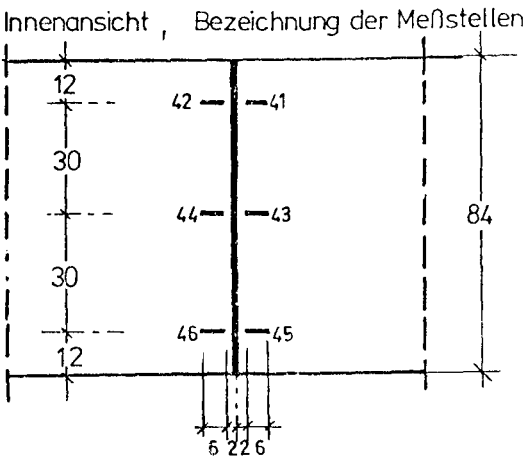
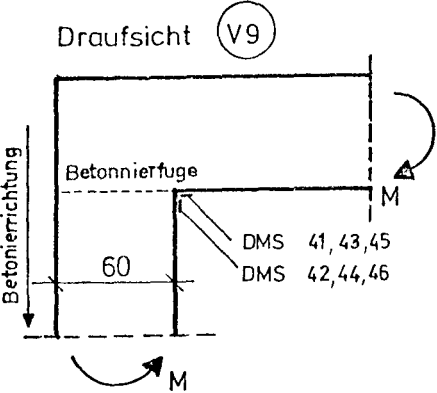
P	$P/P_{U,R} \cdot 100$	Verlängerung der Meßstrecken in 1/100 mm Meßstrecke Nr.					
kN	%	12	13	14	15	16	17
10	1,6	0,35	0,50	0,60	-0,15	0,10	-0,20
30	4,8	0,55	0,40	0,70	-0,30	-0,05	-0,50
50	8,0	0,50	0,30	0,55	-0,20	-0,20	-0,75
70	11,2	1,60	0,50	0,35	-0,45	-0,95	-1,35
100	16,0	2,35	1,25	1,00	0	-0,30	-0,85
150	24,0	8,20	6,00	3,90	0,65	-0,15	-1,75
200	32,0	19,15	20,75	20,85	13,15	3,85	-3,10
250	40,0	21,45	26,70	32,95	21,00	6,75	-3,65
300	48,0	25,10	31,65	42,45	27,10	9,10	-4,60
350	56,0	28,15	36,40	50,35	-	10,45	-5,65
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN							
50	8,0	9,95	15,65	0,05	17,55	7,80	-1,75
350	56,0	28,05	36,75	56,20	35,65	12,60	-5,85
Rechnerische Gebrauchslast							
450	72,0	35,45	45,10	68,90	44,10	15,65	-6,90
500	80,0	37,15	50,00	77,75	49,15	16,85	-8,50
550	88,0	45,50	56,45	88,25	56,30	19,55	-9,50
600	96,0	55,40	65,95	-	66,65	24,35	-10,40
644	103,0						

10 cm Setzdehnungsmesser

V9



11/07/2014

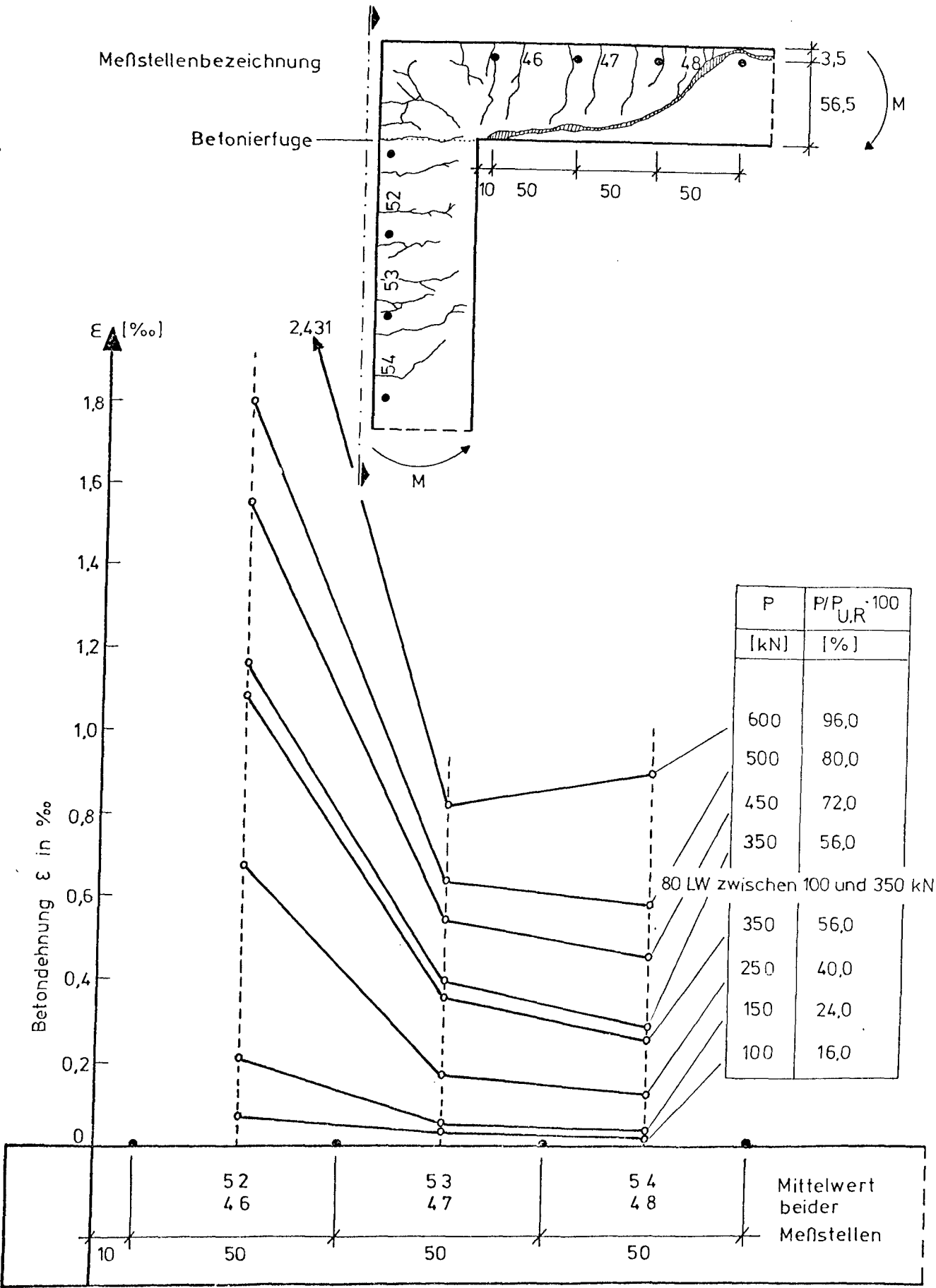


Betondehnungen

Anlage 92

gemessen mit 50 cm SDM
(Mittelwerte beider Meßstellen)

V9



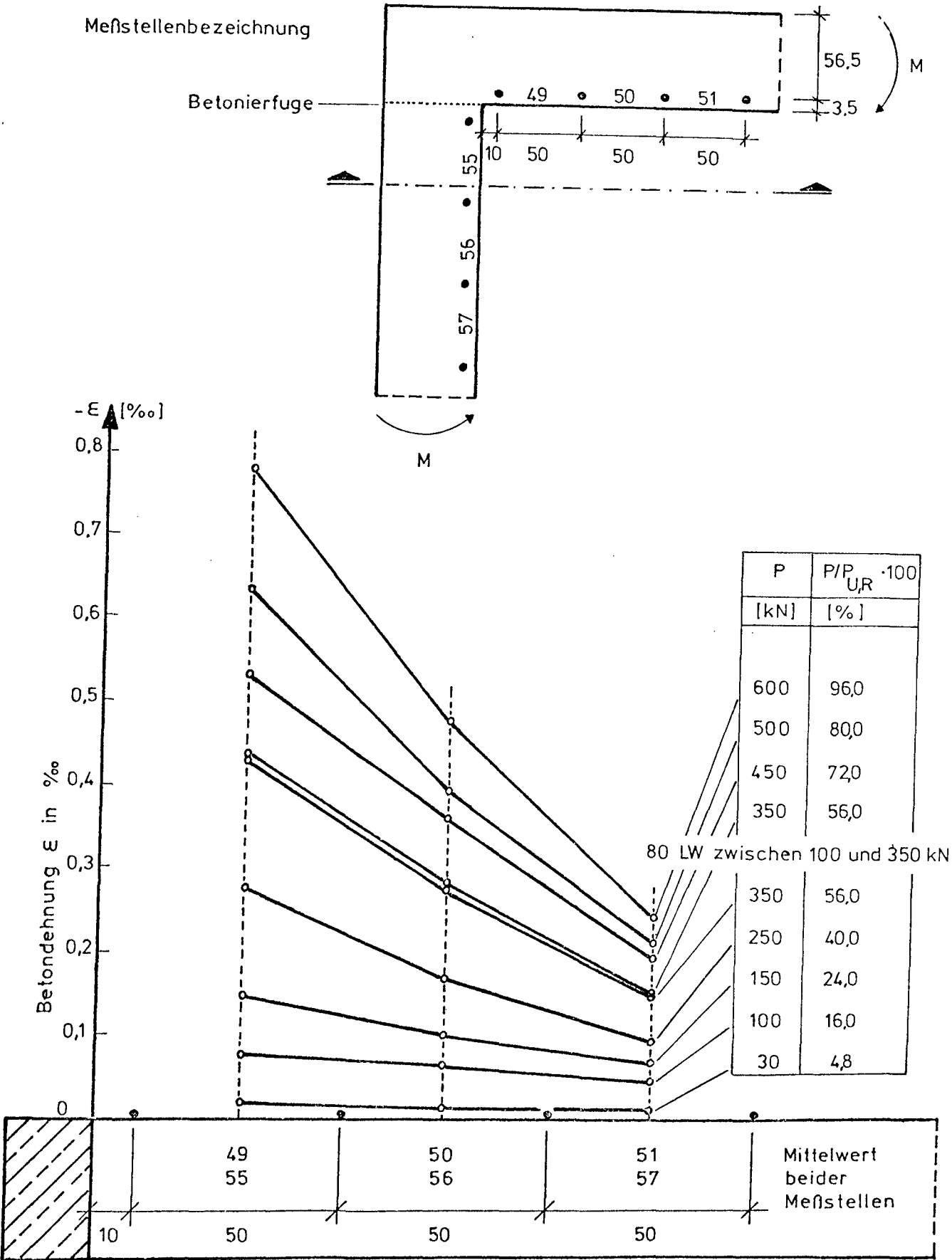
Betondehnungen

Anlage 93

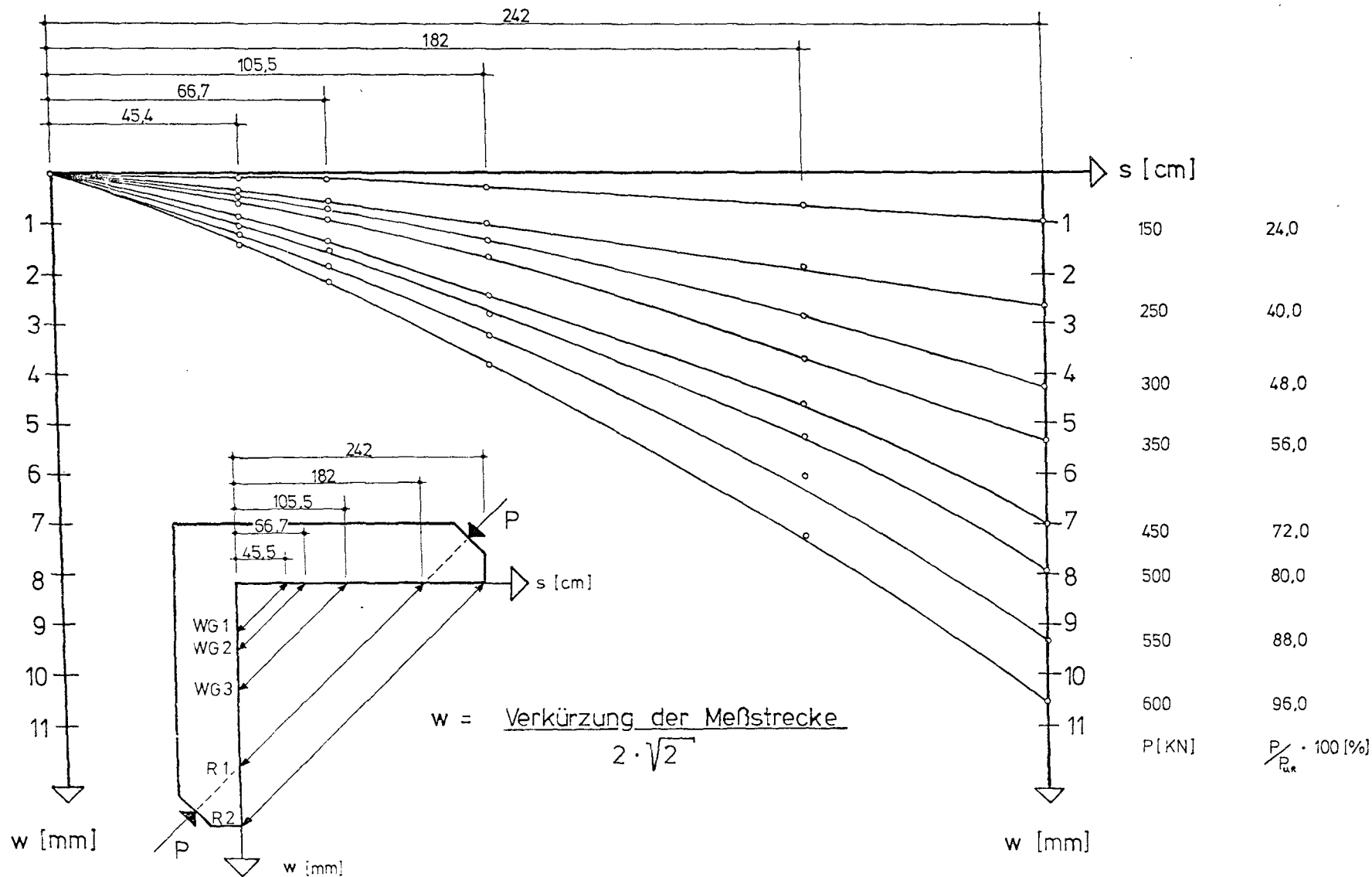
gemessen mit 50 cm SDM

(Mittelwerte beider Meßstellen)

V9

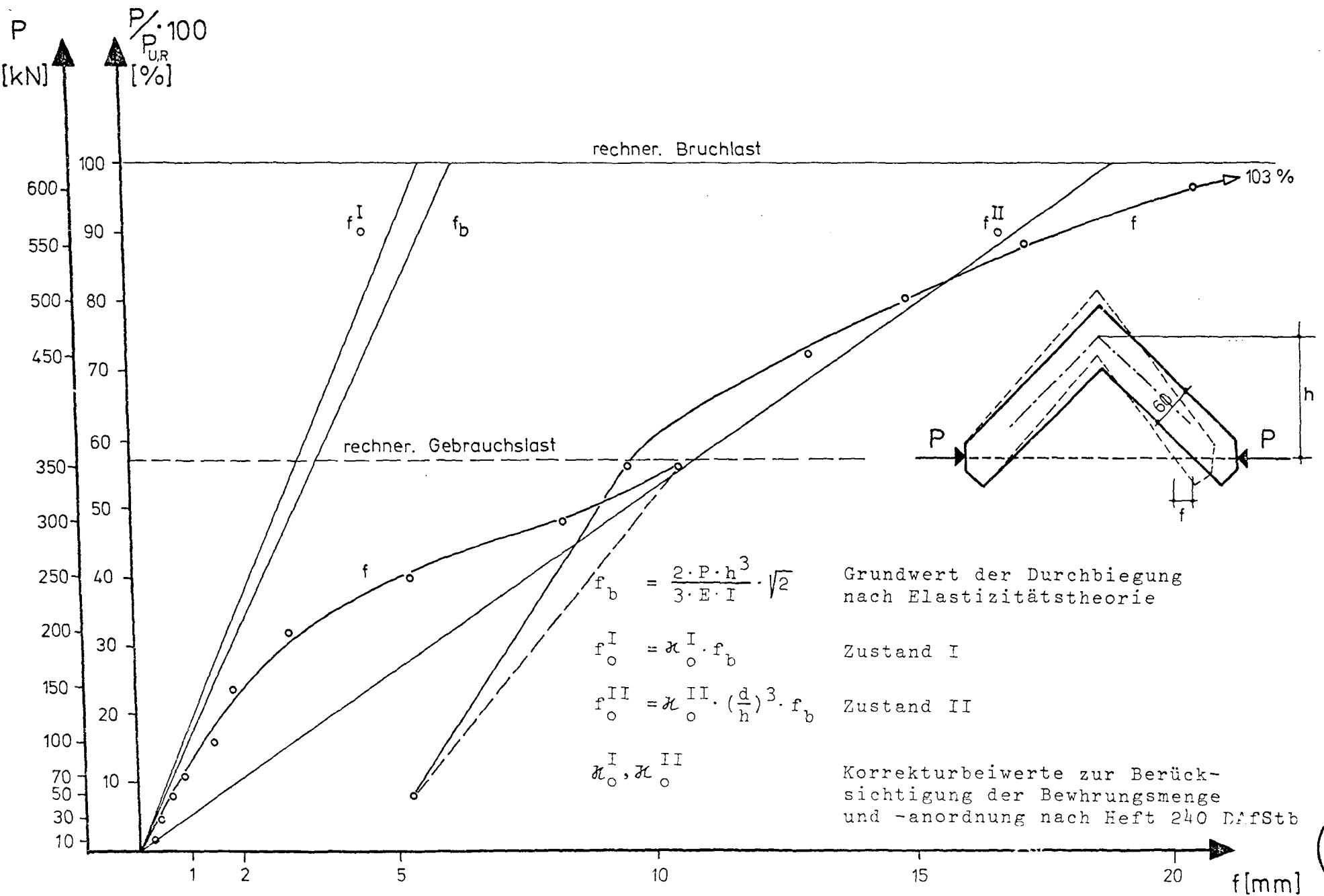


Biegelinie eines Schenkels
gemessen mit ind. Wegebern und
Rollengeräten



V9

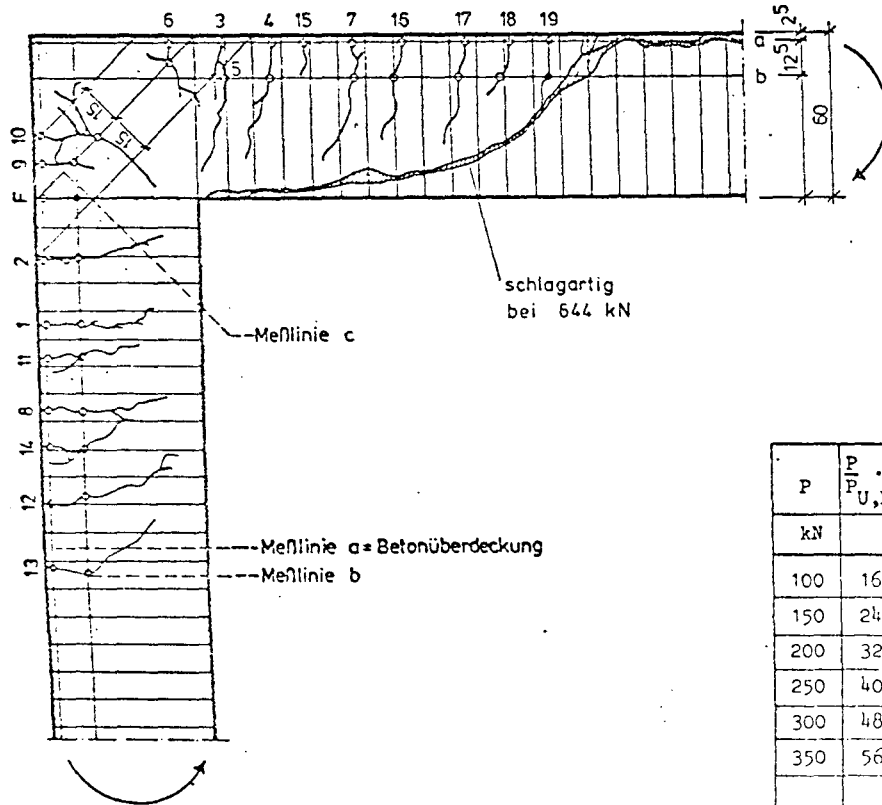
Anlage 94



V9

Rißbreiten V 9

Bezeichnung der Risse :

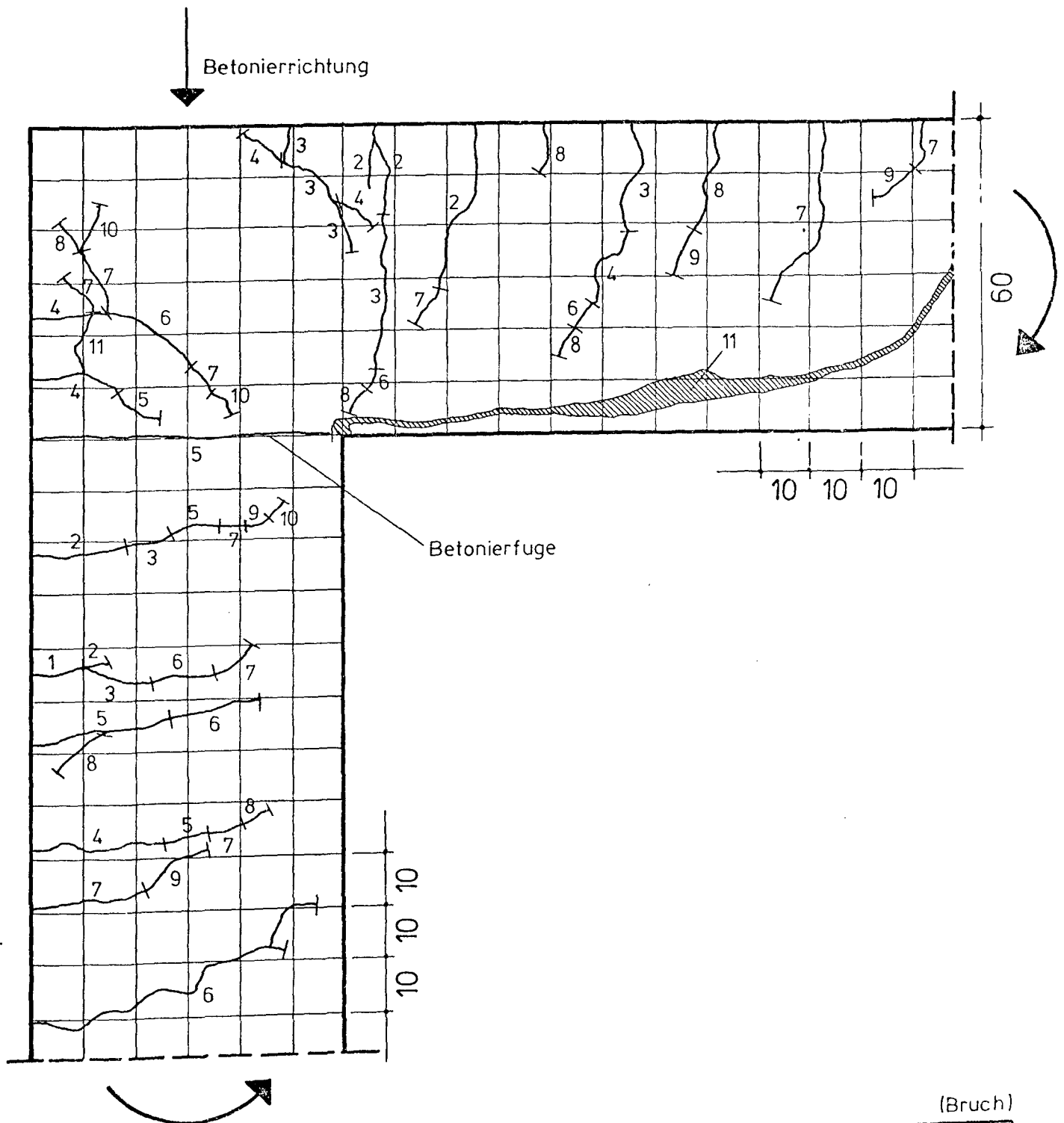


P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißweiten in 1/100 mm - gemessen auf der Meßlinie a																			
		Riß Nr.:																			
kN	%	Fuge	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
100	16.0		5																		
150	24.0		5	3	5	6															
200	32.0		7	6	7	4		4	4												
250	40.0		8	9	17	15		45	9	5	5	3									
300	48.0	23	12	13	28	15		50	9	10	8	2	7								
350	56.0	27	16	24	30	30		65	10	15	8	8	8	10							
		80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																			
50	8.0	5	2	5	10	5		36	6	1	5	4	3	2							
350	56.0	28	18	34	21	22		82	7	13	18	12	12	10							
450	72.0	42	24	38	35	37		85	15	14	27	17	21	11							
500	80.0	46	22	37	42	42		108	31	21	23	18	24	15	7	13	9	22	16	11	8
550	88.0	46	31	52	55	62		115	35	8	10	18	26	19	20	18	8	23	18	11	5
600	96.0	48	34	52	55	46		125	24	23	47	18	35	19	21	20	12	18	16	12	14
644	103.0																				

P	$\frac{P}{P_{U,R}} \cdot 100$	Rißweiten in 1/100 mm - gemessen auf der Meßlinie b																			auf der Eckdiagonalen			
		Riß Nr.																						
kN	%	Fuge	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	6	9	10
100	16.0																							
150	24.0		1		1	3	2																	
200	32.0		5	5	1	3	5	5	5															
250	40.0		6	7	1	8	13	12	10	4														
300	48.0	20	10	10	1	10	31	28	11	7	2		6											
350	56.0	23	11	18	1	14	29	32	17	7	6	8	9	2								22	7	8
		80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																						
50	8.0	4	1	3	1	4	9	21	2	1	3	3	2	2								32	5	5
350	56.0	27	12	17	1	21	32	45	18	9	5	20	10	2								63	13	11
450	72.0	31	11	13	1	25	32	52	21	10	7	12	7	4								76	18	13
500	80.0	43	13	22	2	25	45	48	24	11	10	21	8	13	2	5		8	4		5	100	19	22
550	88.0	42	12	41	1	35	62	71	31	12	17	25	11	10	10	11		10	8	5	11	98	28	20
600	96.0	51	15	45	1	51	65	85	31	15	18	31	22	11	9	12		8	11	10	15	120	45	30
644	103.0																							

Rißentwicklung V9

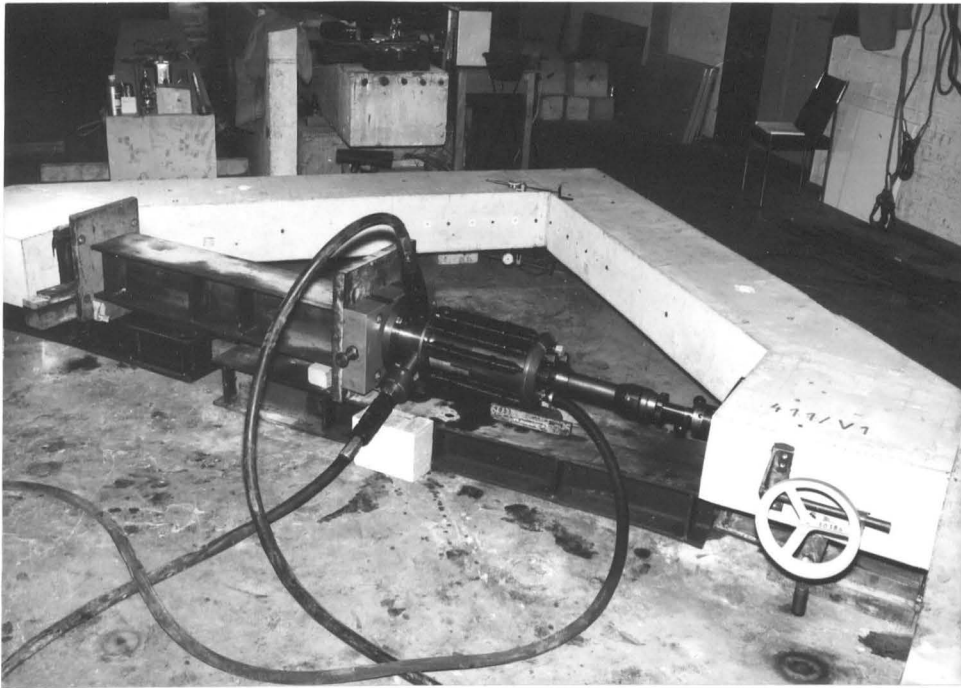
Rißbild mit Angabe der Laststufen



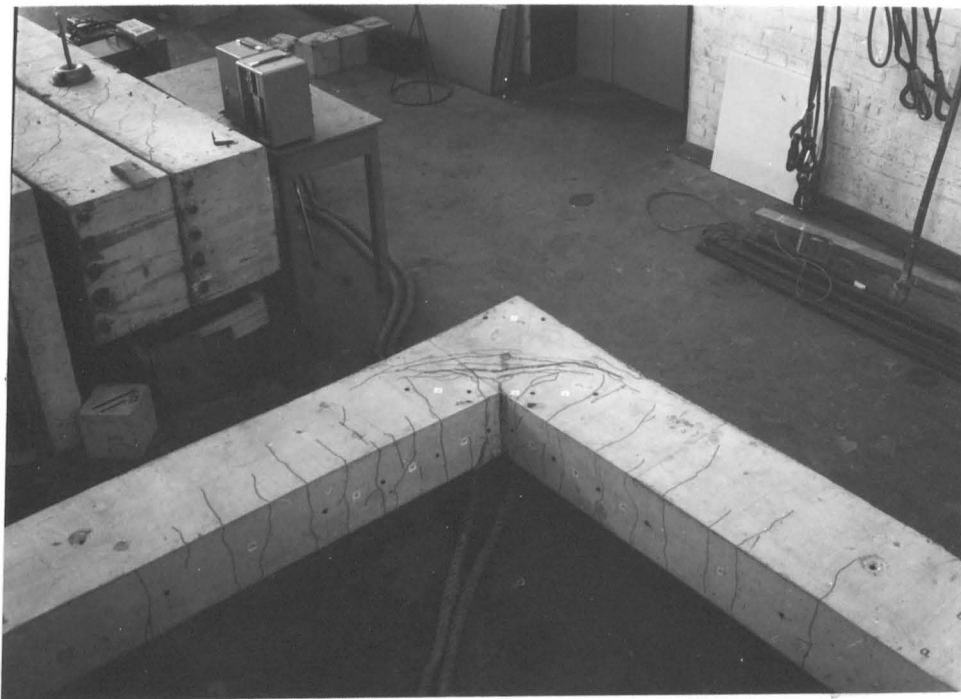
Laststufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\frac{P}{P_{UR}} \cdot 100 [\%]$	16,0	24,0	32,0	40,0	48,0	56,0	72,0	80,0	88,0	96,0	103,0

(Bruch)

V1

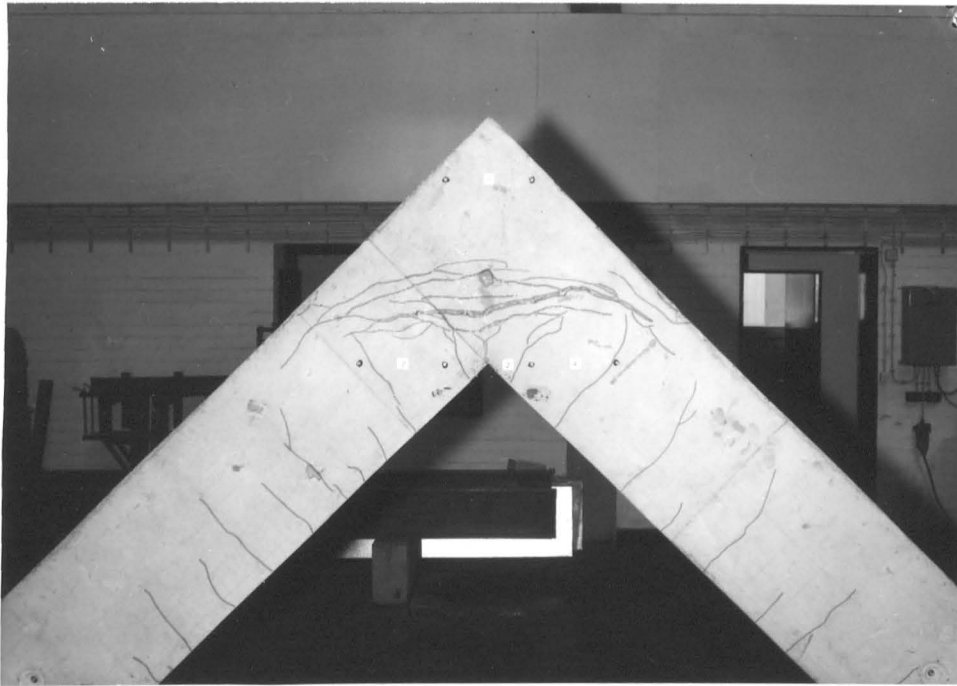


Versuchsaufbau

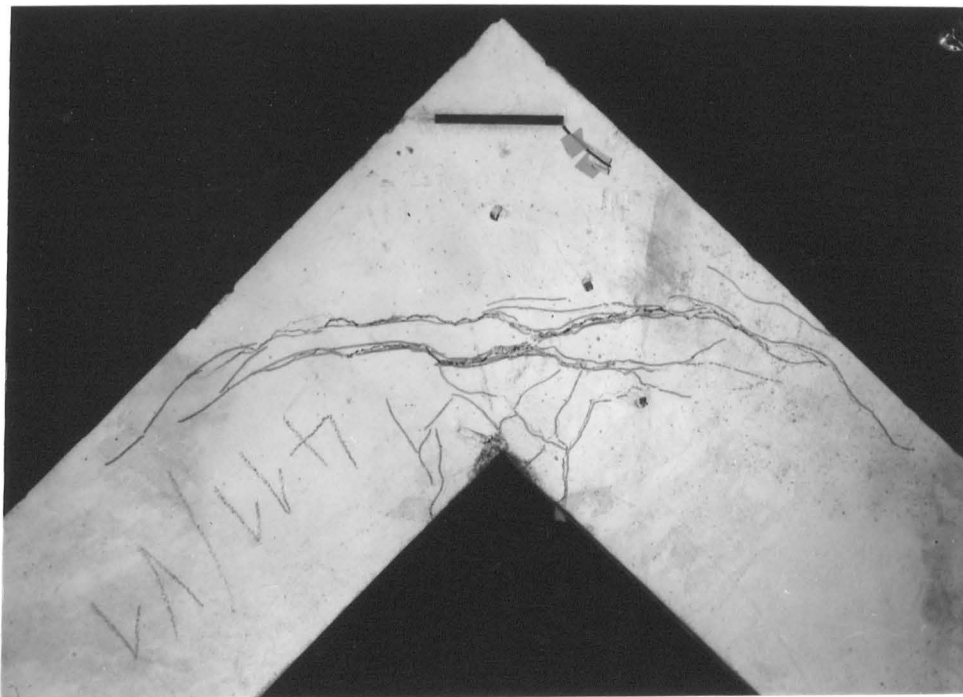


Bruchzustand

V1

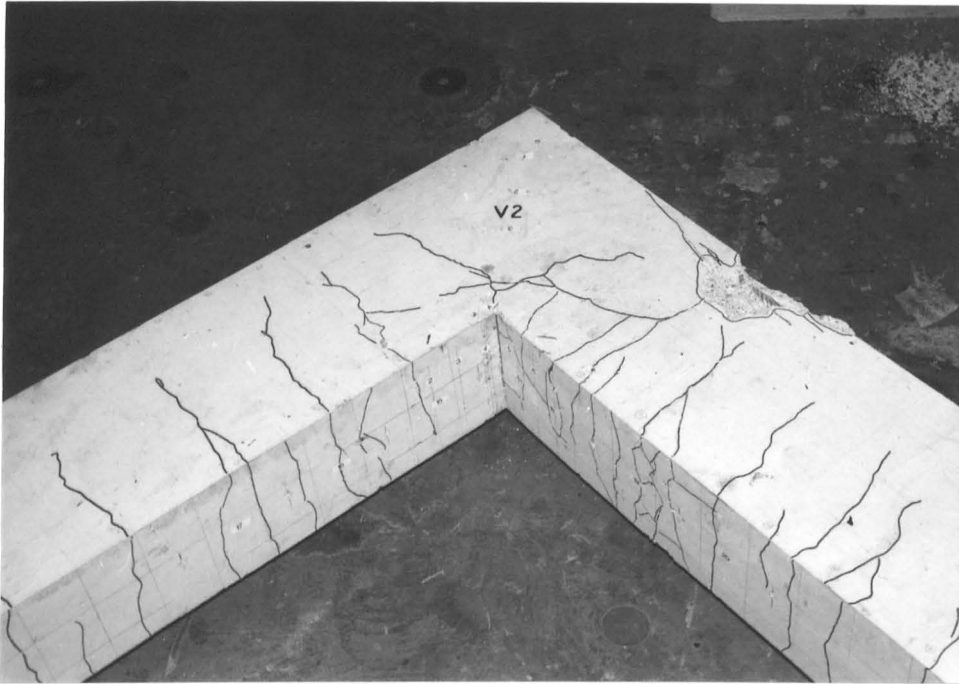


*Bruchzustand
Oberseite*

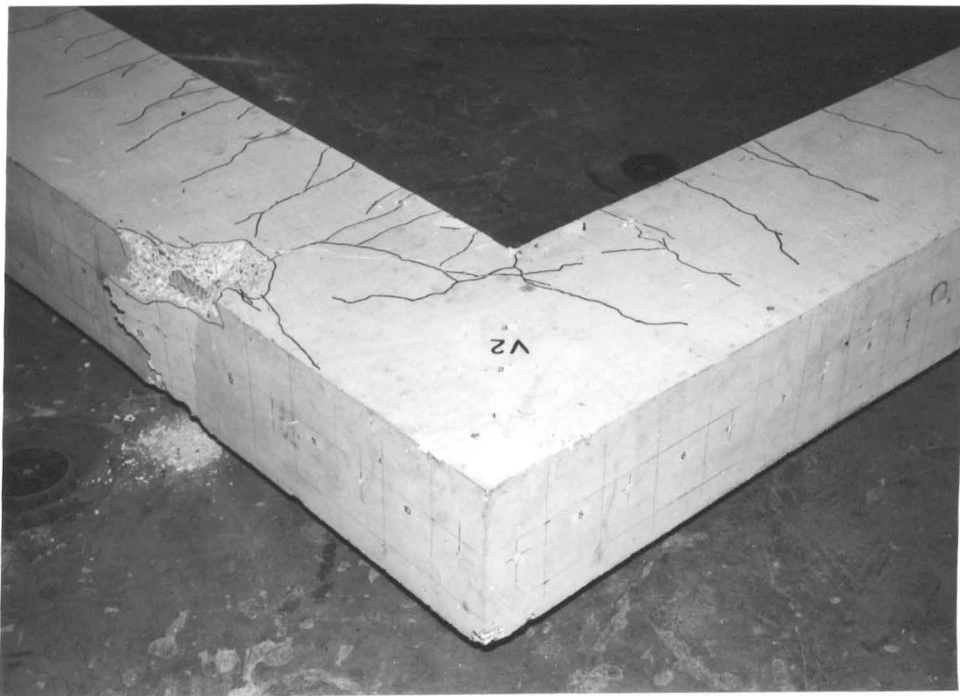


*Bruchzustand
Unterseite*

V2

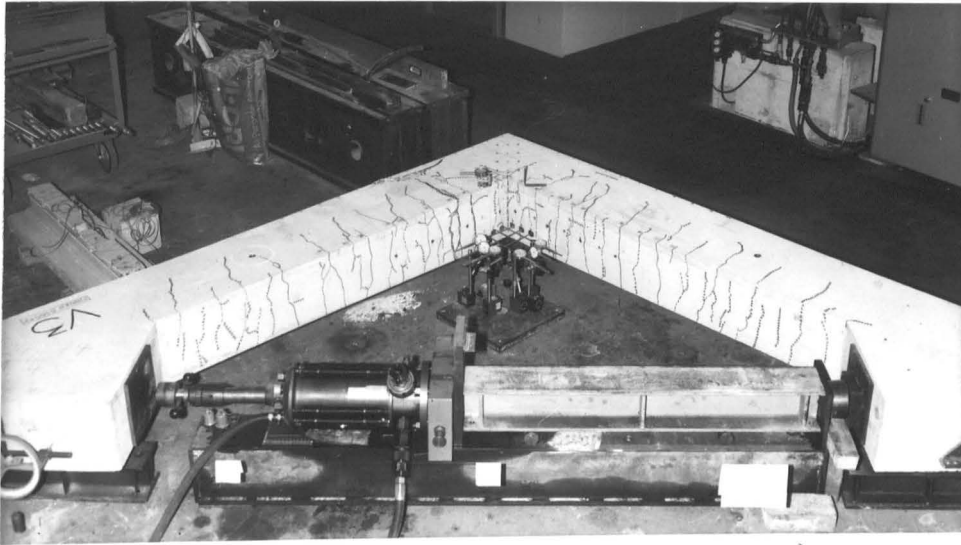


Bruchzustand

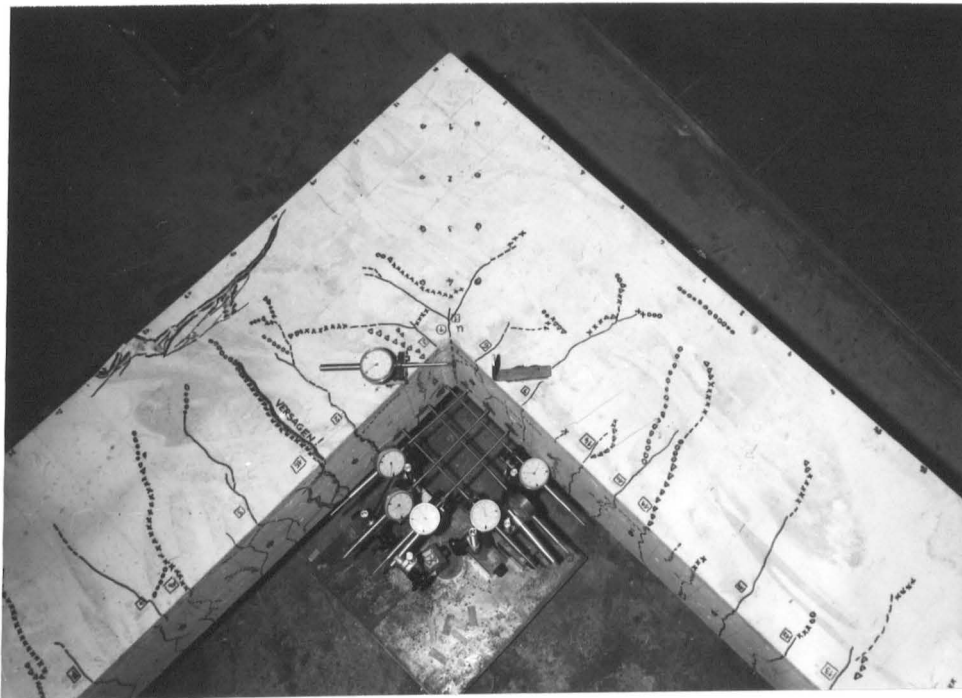


Bruchzustand

V3

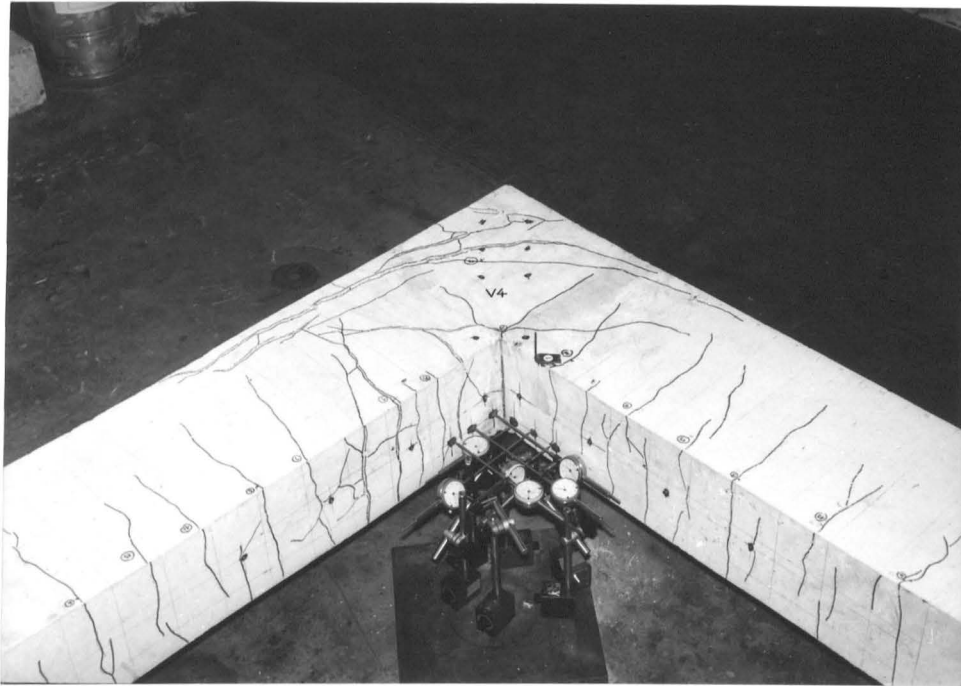


Versuchsaufbau

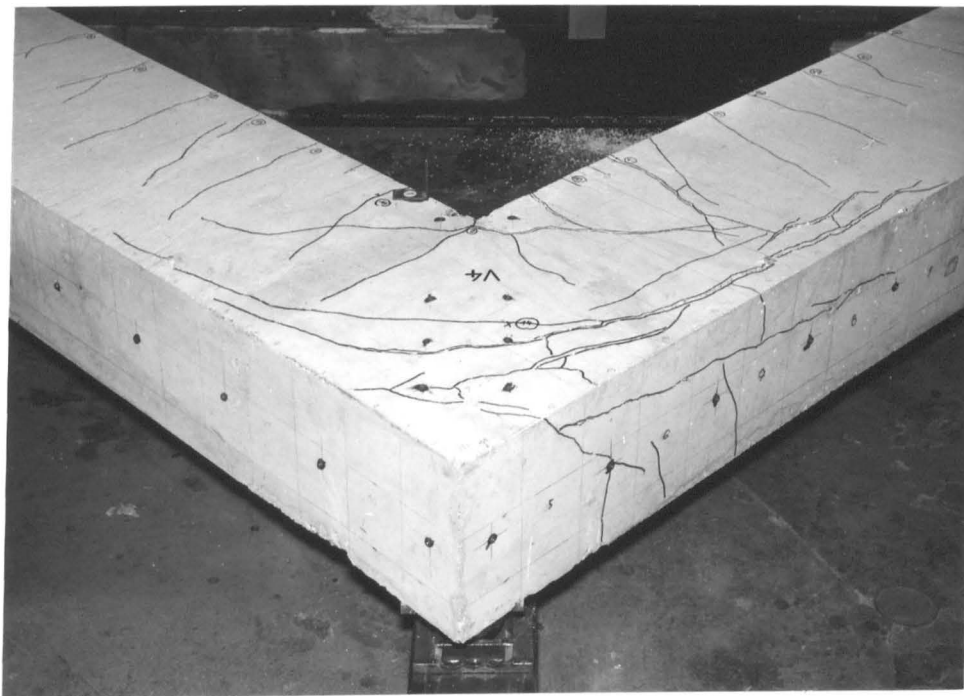


Bruchzustand

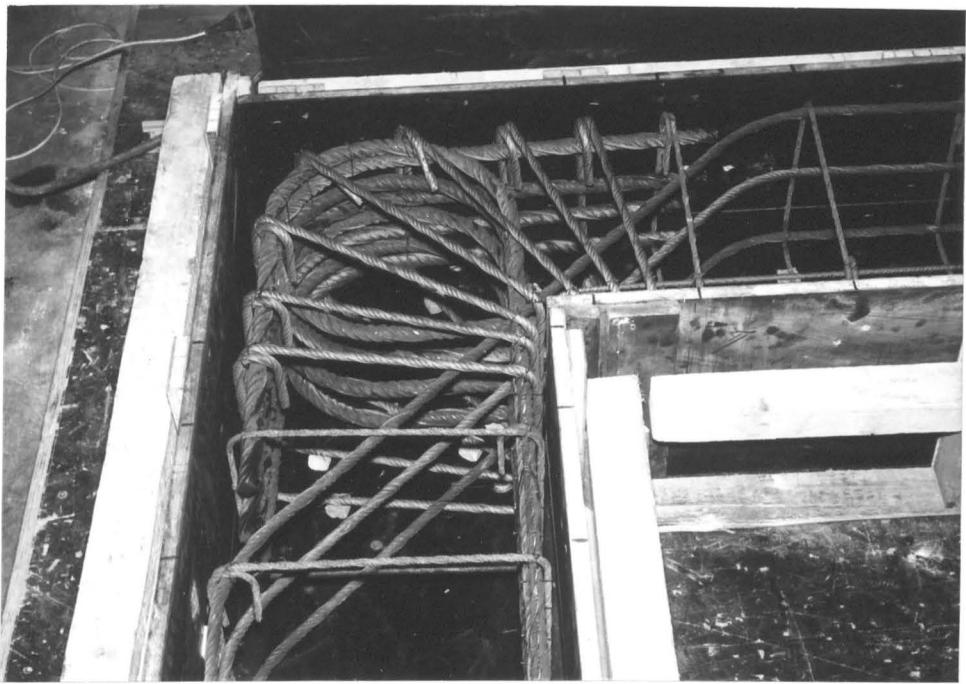
V4



Bruchzustand

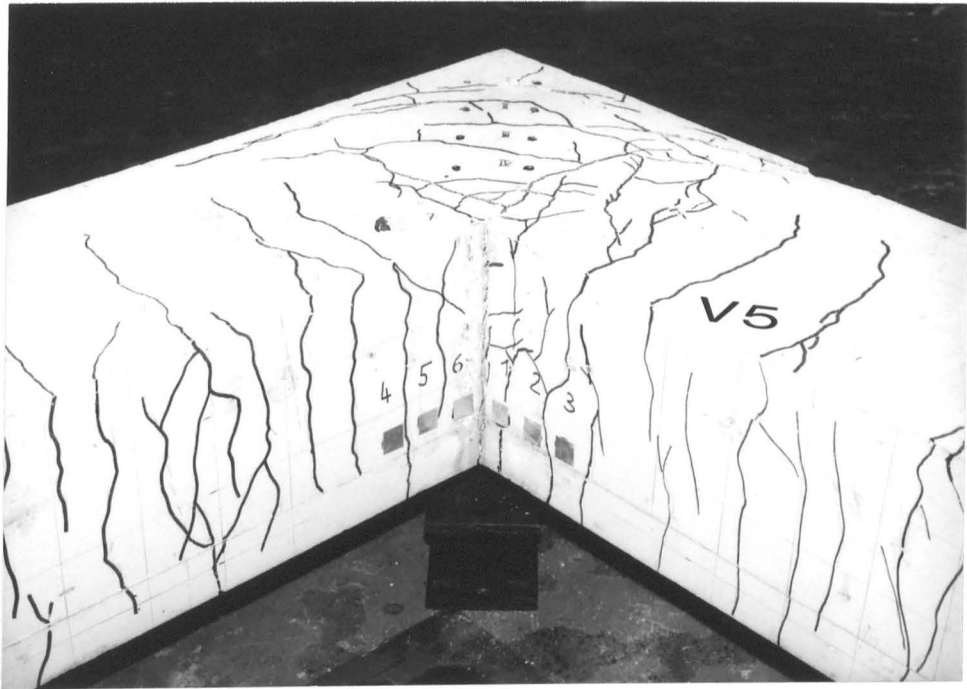


Bruchzustand

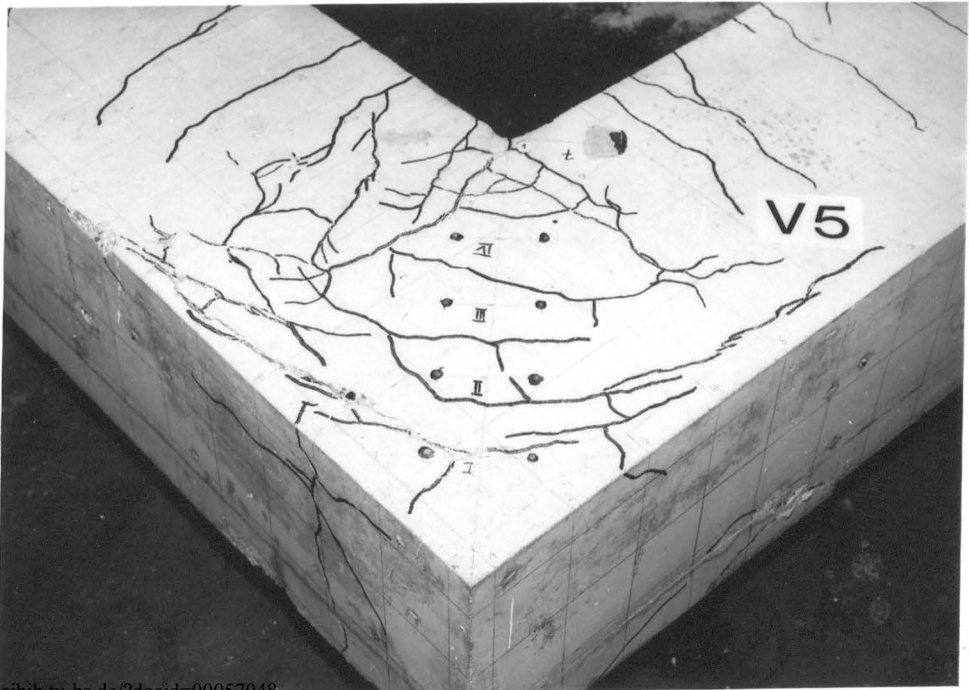


V5

Schalung und Bewehrung

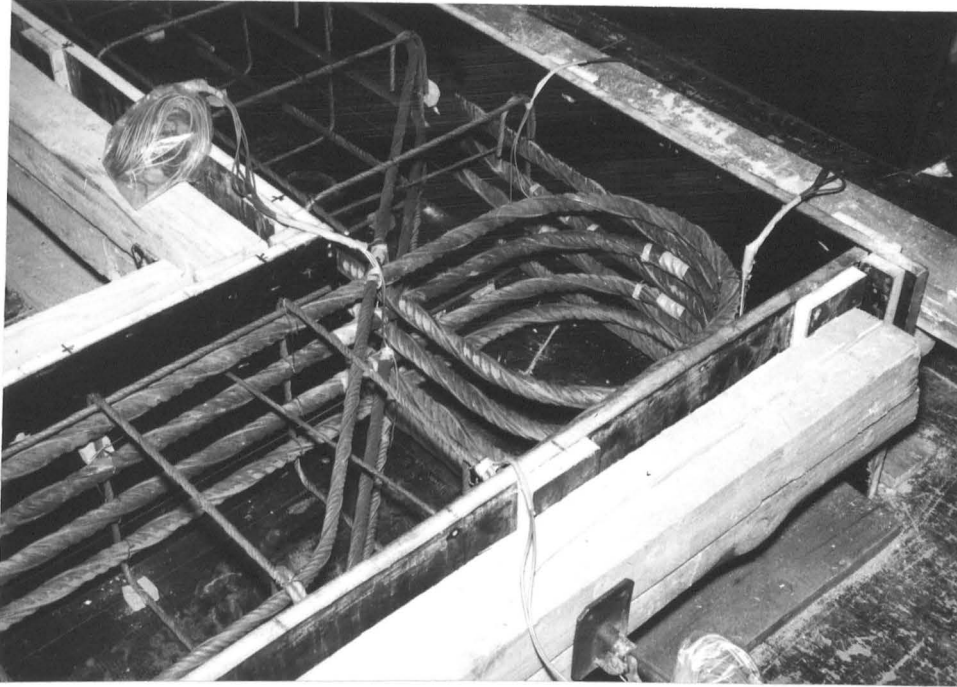


Bruchzustand

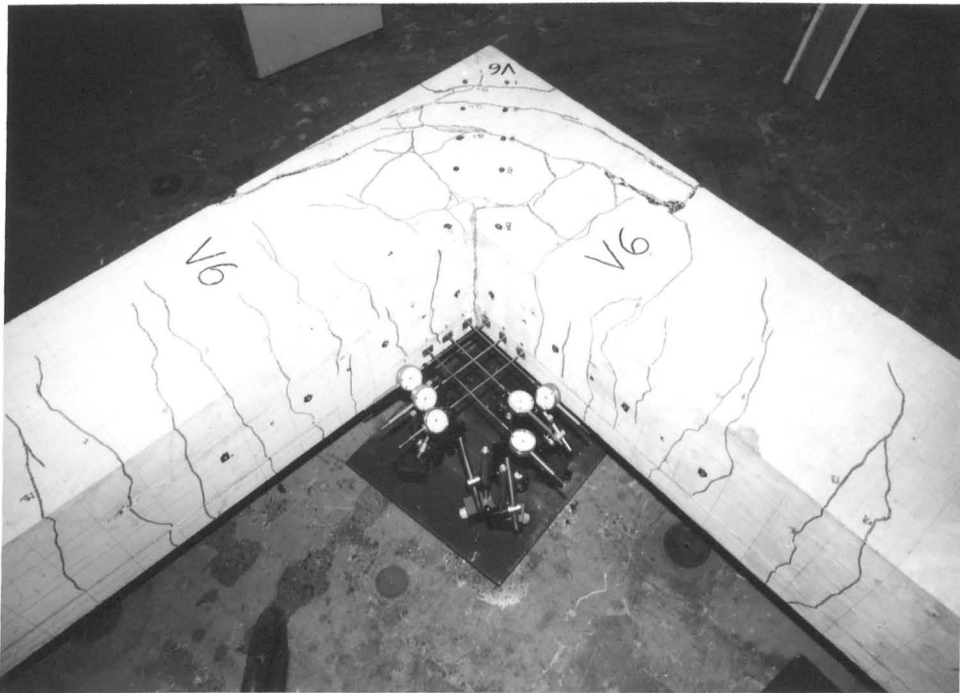


Bruchzustand

V6

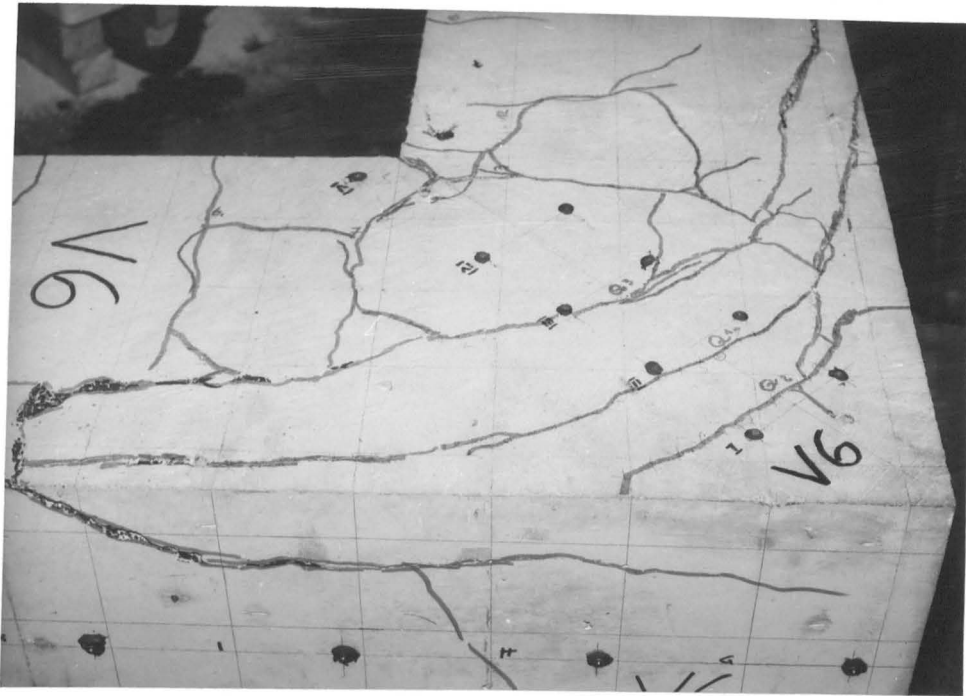


*Schalung und
Bewehrung*

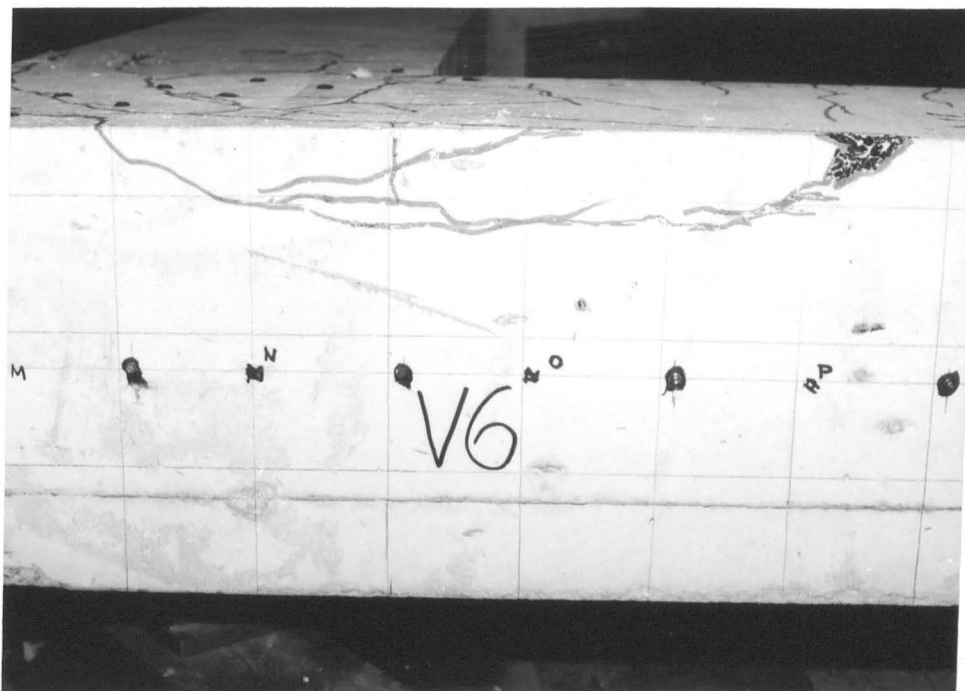


Bruchzustand

V6



Bruchzustand

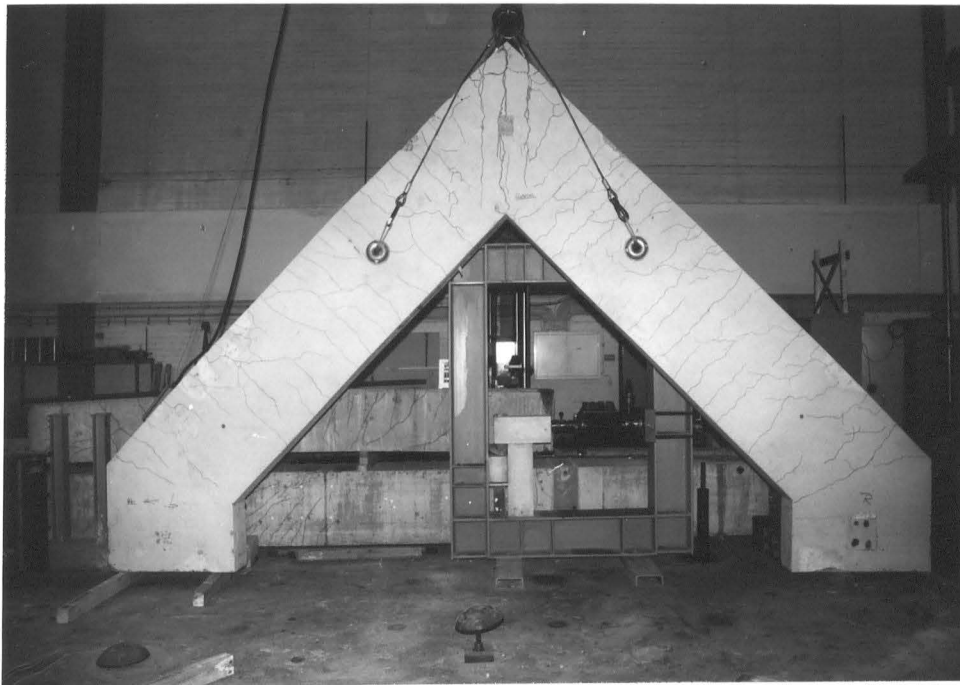


Bruchzustand



V7

*Schalung und
Bewehrung*

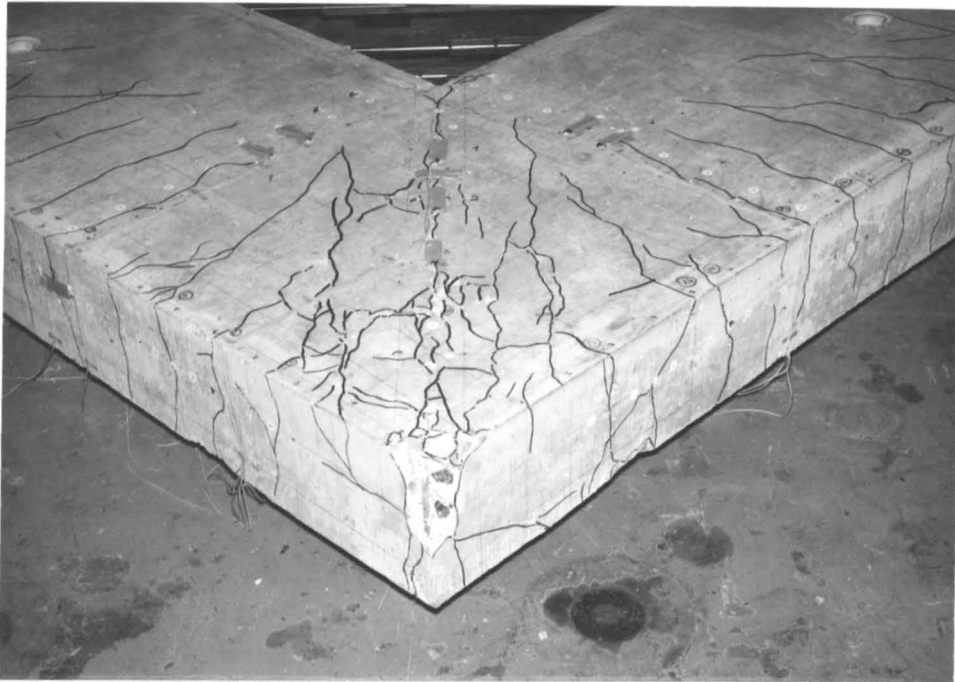


*Bruchzustand
Unterseite*

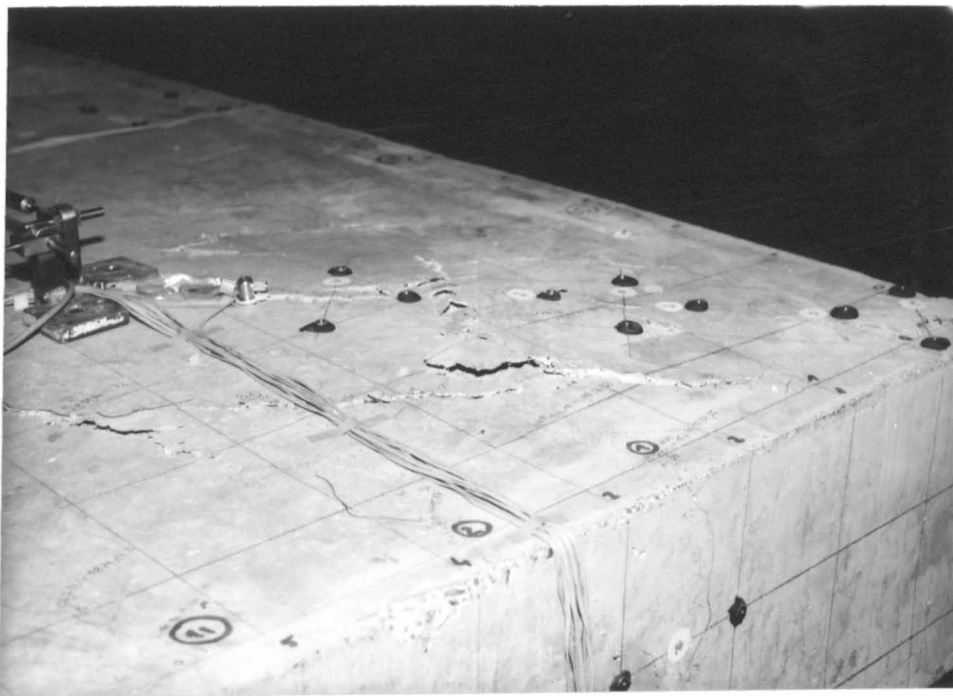


*Bruchzustand
Oberseite*

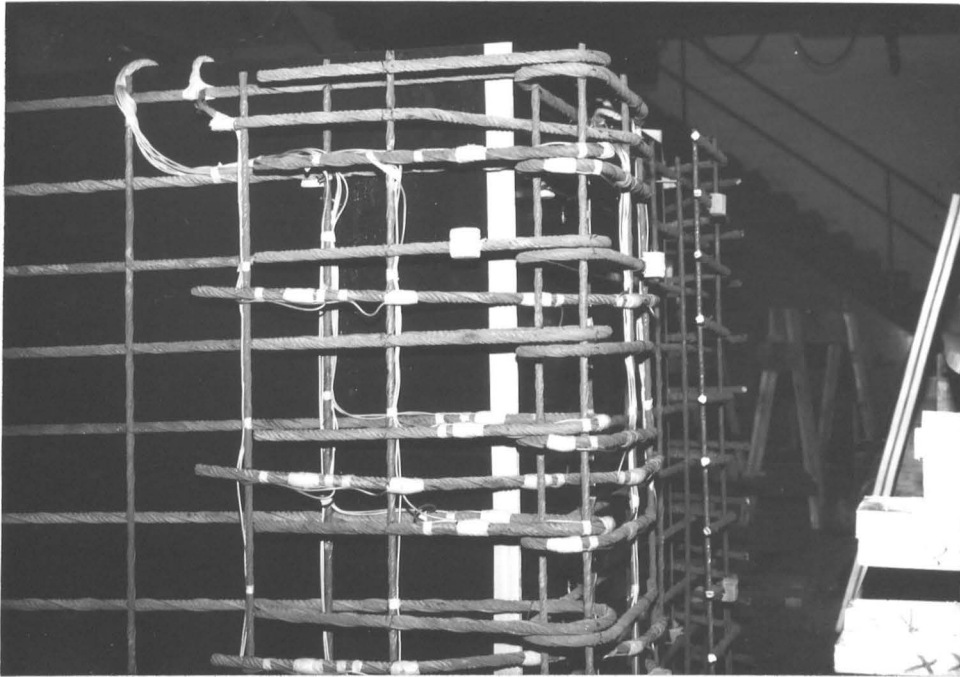
V7



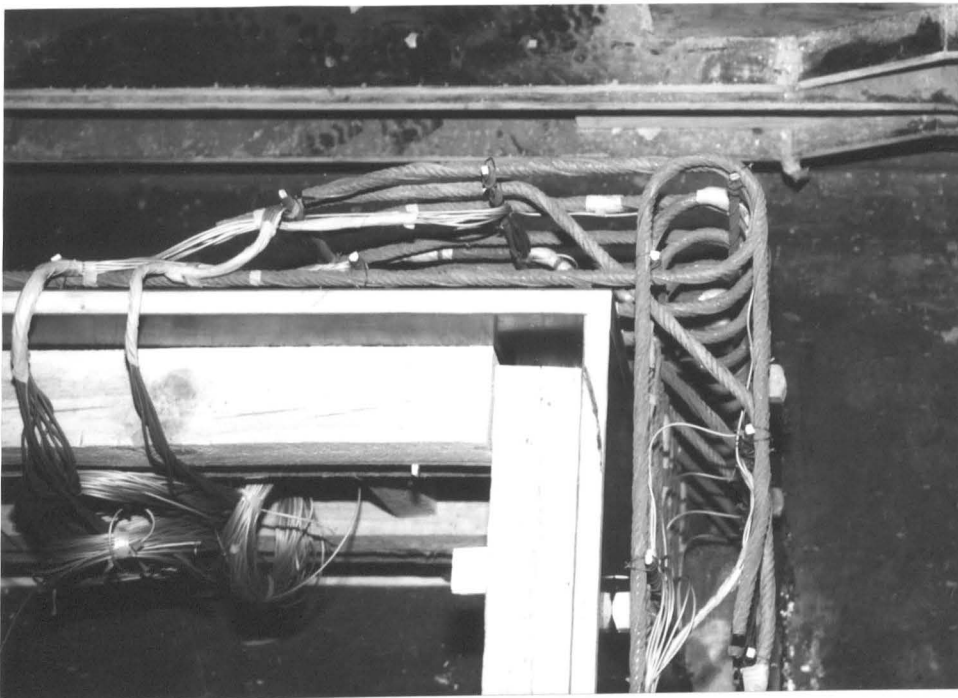
Bruchzustand



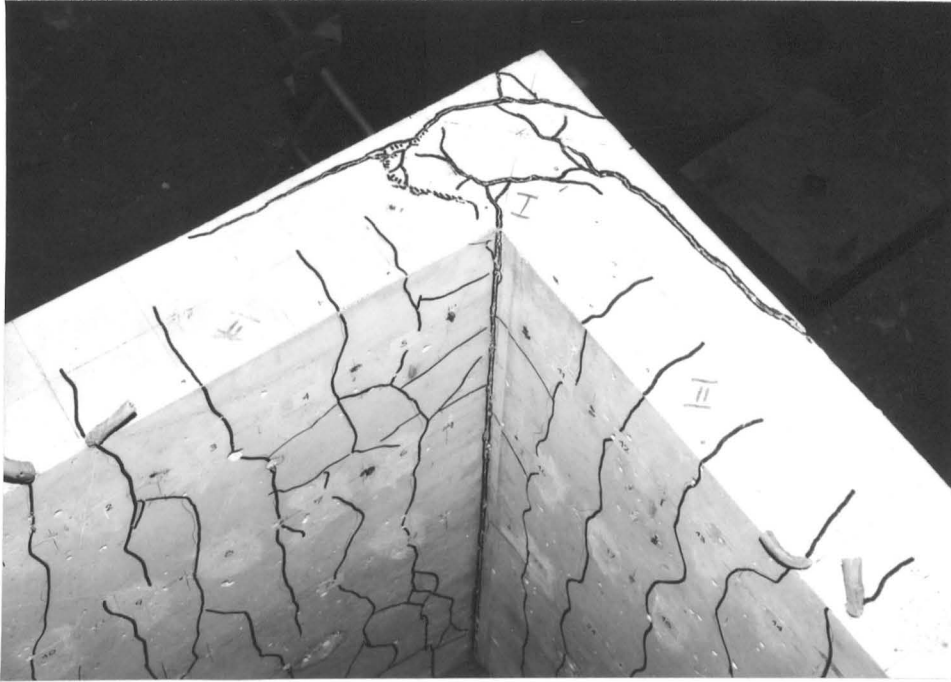
Bruchzustand



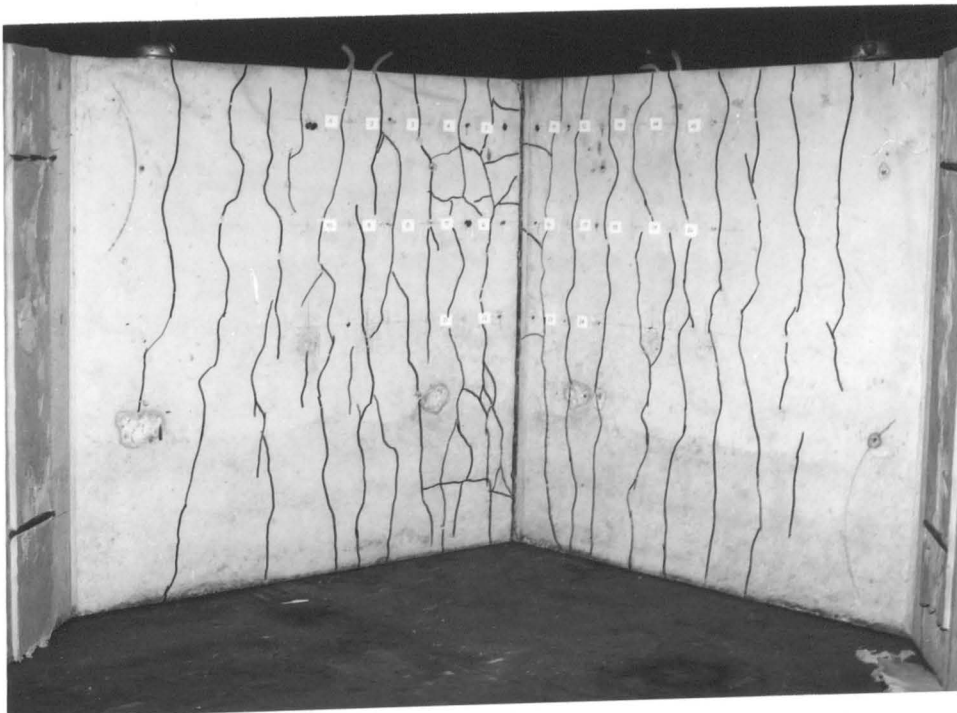
*Schalung und
Bewehrung*



*Schalung und
Bewehrung*



Bruchzustand

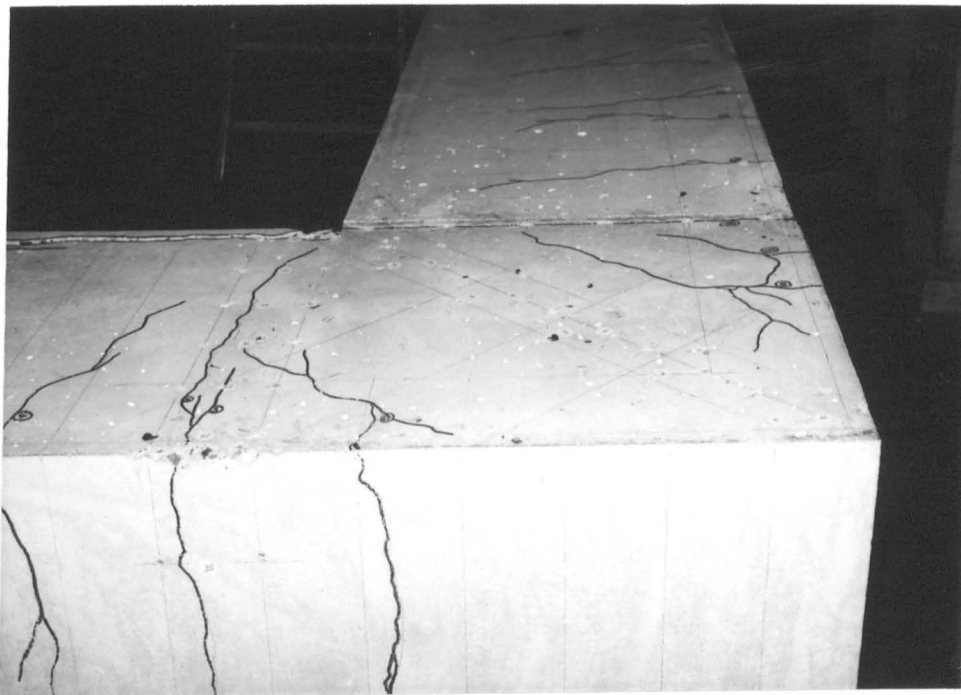


Bruchzustand

V9



Bruchzustand

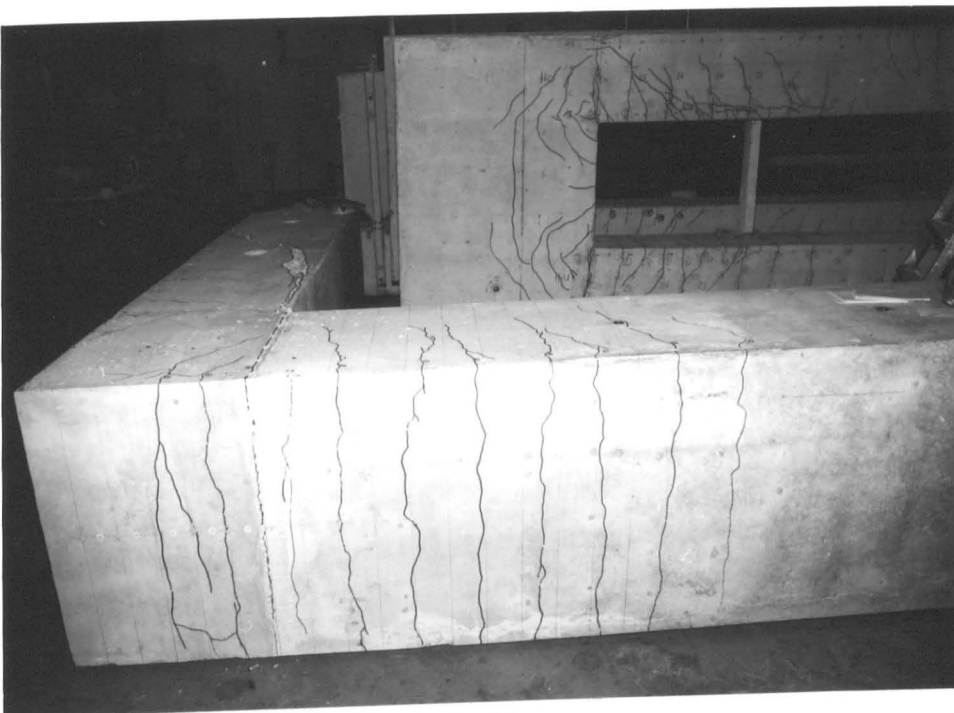


Bruchzustand

V9



Bruchzustand



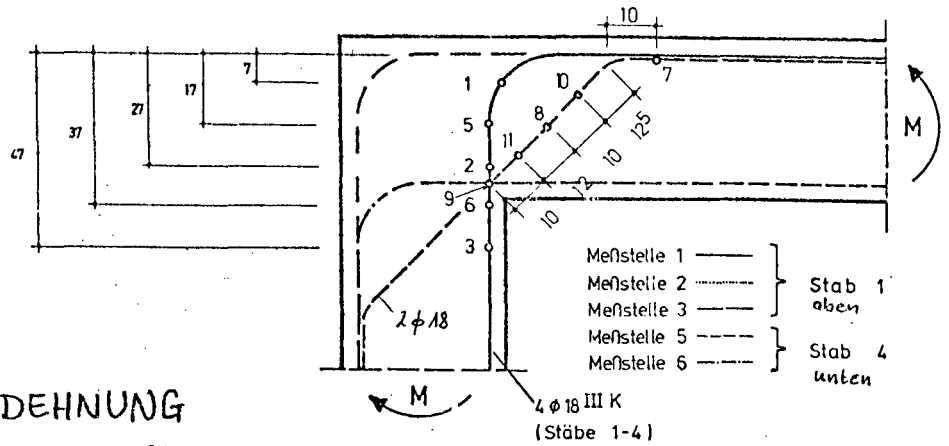
Bruchzustand

A n h a n g

Tabellarische Zusammenstellung der einzelnen Meßwerte

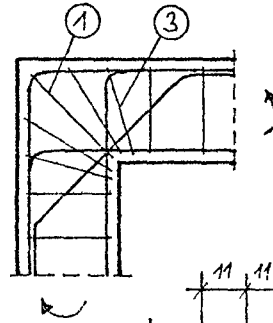
Zum Abschlußbericht des Forschungsvorhabens V112.1 A/DAfStb

"Bewehrungsführung in Rahmenecken"

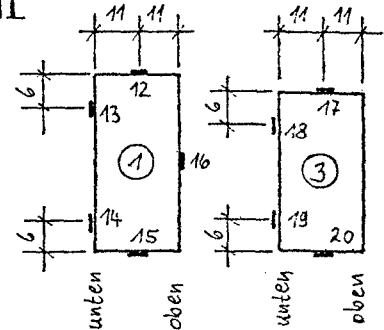


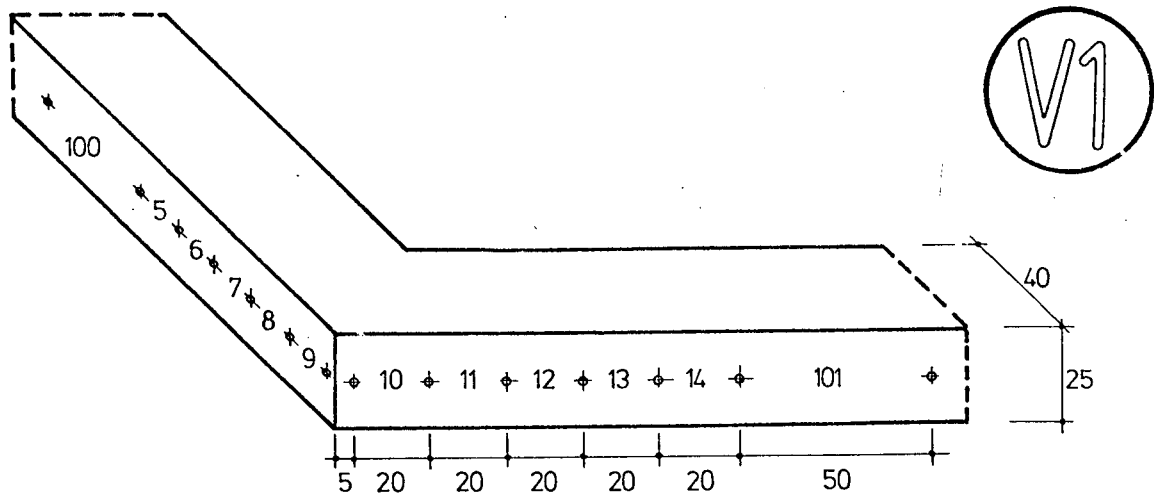
STAHLDEHNUNG
 gemessen mit
 DMS

P	P/P _{uR} · 100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]
5	6.2	0	0,027	0,032	0,022	0,011	0,064	-0,024	+0,004	0,025	-0,012	0,024	0
10	12.4	0,002	0,075	0,064	-0,053	0,015	0,140	-0,057	0	0,060	-0,061	0,049	-0,002
15	18.6	0,011	0,146	0,142	-0,072	0,051	0,272	-0,067	0,026	0,174	-0,067	0,185	-0,005
20	24.8	0,068	0,207	0,283	-0,102	0,083	0,461	-0,106	0,047	0,315	-0,048	0,355	-0,012
					Umbau								
0	0	0,042	0,077	0,073	0,047	0,145	0,072	-0,040	-0,018	0,070	-0,121	0,083	-0,034
5	6.2	0,043	0,099	0,118	0,027	0,131	0,141	-0,063	-0,001	0,103	-0,140	0,136	-0,033
10	12.4	0,057	0,153	0,182	0,003	0,225	0,242	-0,067	+0,022	0,197	-0,124	0,235	-0,025
15	18.6	0,069	0,217	0,253	-0,008	0,273	0,355	-0,078	0,047	0,272	-0,117	0,312	-0,017
20	24.8	0,075	0,267	0,320	0,035	0,278	0,464	-0,109	0,061	0,336	-0,124	0,389	-0,022
25	30.9	0,081	0,334	0,406	-0,030	0,282	0,640	-0,140	0,152	0,400	-0,102	0,575	-0,022
30	37.1	0,075	0,382	0,484	0,072	0,288	0,812	-0,156	0,275	0,418	-0,039	0,765	-0,033
35	43.3	0,076	0,388	0,493	0,216	0,288	0,952	-0,190	0,345	0,389	-0,008	0,855	-0,020
40	49.5	0,073	0,368	0,654	0,343	0,293	1,082	-0,211	0,431	0,309	+0,064	0,936	-0,013
					20.000 Lastwechsel zw. 18 und 36 kN								
0	0	0,049	-0,126	0,124	0,189	0,289	0,185	+0,126	0,192	-0,175	+0,240	0,526	-0,026
10	12.4	0,067	-0,152	0,120	0,215	0,357	0,365	0,117	0,265	-0,166	0,348	0,650	+0,072
20	24.8	0,079	-0,143	0,363	0,222	0,451	0,592	0,093	0,351	-0,172	0,398	0,785	+0,021
25	30.9	0,086	-0,125	0,442	0,229	0,478	0,716	0,083	0,389	-0,154	0,423	0,838	+0,021
30	37.1	0,081	-0,098	0,504	0,231	0,472	0,826	0,051	0,406	-0,150	0,412	0,873	0,010
35	43.3	0,099	-0,057	0,598	0,233	0,499	0,967	0,064	0,474	-0,079	0,448	0,961	0,030
40	49.5	0,095	-0,029	0,658	0,224	0,491	1,073	0,023	0,486	-0,063	0,443	1,010	0,019
45	55.7	0,097	+0,008	0,747	0,235	0,503	1,203	0,016	0,537	-0,050	0,465	1,082	0,022
50	61.9	0,112	-0,087	0,924	0,262	0,537	1,400	0,045	0,624	-0,251	0,513	1,174	0,025
53	66												



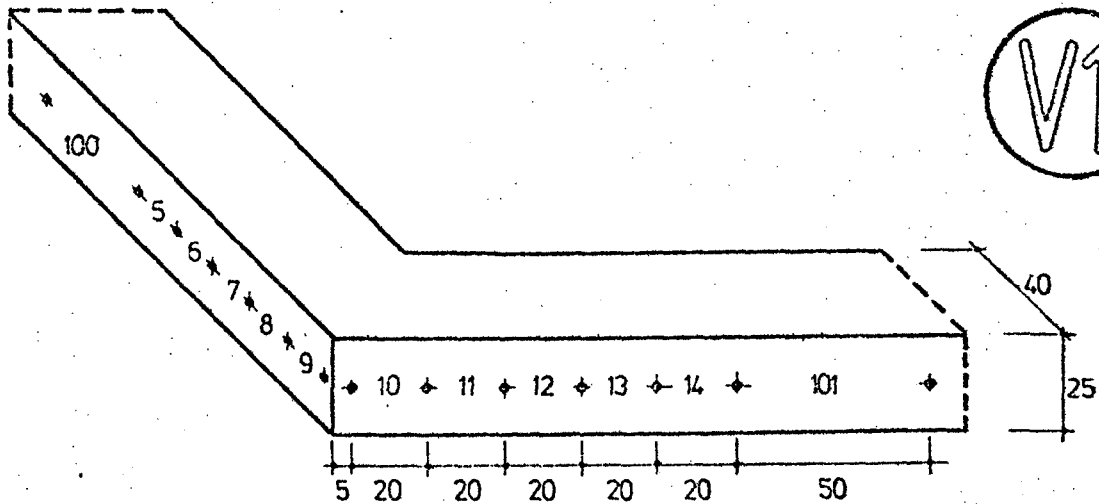
STAHLDEHNUNG
gemessen mit
DMS

[illegible]



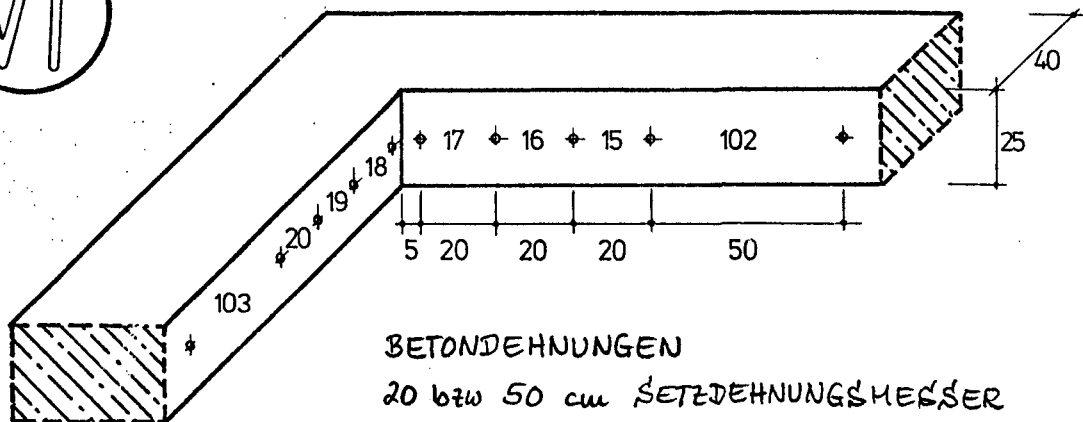
BETONDEHNUNGEN 20 bzw 50 cm SETZDEHNUNGSMESSER

P	$P/P_{uR} \cdot 100$	9	10	Mittel	8	11	Mittel	7	12	Mittel	6	13	Mittel
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]
5	6,2	0	-0,046	-0,023	-0,010	0,051	-0,031	-0,041	-0,012	-0,026	-0,041	0,015	-0,025
10	12,4	0	-0,046	-0,023	-0,056	-0,087	-0,072	-0,056	-0,056	-0,056	-0,077	-0,027	-0,052
15	18,6	-0,005	-0,051	-0,028	-0,112	-0,194	-0,153	-0,128	-0,077	-0,113	-0,102	-0,066	-0,084
20	24,8	-0,010	-0,066	-0,028	-0,179	-0,224	-0,202	-0,255	-0,107	-0,222	-0,122	-0,107	-0,115
Umbau													
0	0	+0,010	-0,005	+0,003	-0,010	-0,015	-0,013	-0,051	-0,246	-0,049	-0,031	+0,015	-0,003
5	6,2	0	-0,015	-0,008	-0,056	-0,082	-0,069	-0,077	-0,022	-0,080	-0,061	-0,026	-0,021
10	12,4	-0,010	-0,015	-0,013	-0,112	-0,153	-0,133	-0,168	-0,117	-0,143	-0,092	-0,077	-0,100
15	18,6	-0,020	-0,046	-0,023	-0,148	-0,194	-0,171	-0,245	-0,168	-0,207	-0,112	-0,092	-0,102
20	24,8	-0,020	-0,031	-0,026	-0,274	-0,350	-0,232	-0,301	-0,245	-0,273	-0,128	-0,173	-0,151
25	30,9	-0,026	-0,026	-0,026	-0,260	-0,291	-0,276	-0,469	-0,357	-0,413	-0,173	-0,279	-0,196
30	37,1	-0,031	-0,031	-0,031	-0,306	-0,306	-0,306	-0,684	-0,612	-0,648	-0,255	-0,291	-0,272
35	43,3	-0,031	-0,041	-0,036	-0,357	-0,332	-0,355	-0,828	-0,740	-0,814	-0,377	-0,412	-0,371
40	49,5	-0,041	-0,061	-0,051	-0,412	-0,388	-0,403	-1,071	-1,070	-1,041	-0,469	-0,581	-0,515
20 000 LW zu 18 und 36 kN													
0	0	+0,031	+0,046	+0,037	+0,017	+0,102	+0,090	-0,643	-0,503	-0,523	-0,274	-0,342	-0,278
10	12,4	+0,010	+0,020	+0,015	-0,010	-0,071	-0,041	-0,837	-0,546	-0,692	-0,337	-0,444	-0,391
20	24,8	+0,015	-0,041	-0,013	-0,199	-0,260	-0,220	-1,056	-0,776	-0,671	-0,570	-0,622	-0,579
25	30,9	0	-0,010	-0,005	-0,245	-0,265	-0,235	-1,153	-0,237	-0,995	-0,541	-0,779	-0,620
30	37,1	+0,005	-0,015	-0,005	-0,316	-0,301	-0,304	-1,255	-0,929	-1,077	-0,628	-0,791	-0,710
35	43,3	-0,010	-0,026	-0,018	-0,398	-0,367	-0,383	-1,352	-1,041	-1,197	-0,714	-0,832	-0,773
40	49,5	-0,005	-0,026	-0,016	-0,412	-0,403	-0,411	-1,449	-1,112	-1,221	-0,745	-0,908	-0,824
45	55,7	-0,020	-0,077	-0,011	-0,480	-0,464	-0,472	-1,592	-1,220	-1,411	-0,832	-0,974	-0,903
50	61,9	-0,031	-0,051	-0,011	-0,510	-0,469	-0,485	-1,941	-1,602	-1,776	-1,172	-1,291	-1,202
53	66												



BETONDEHNUNGEN 20 bzw. 50 cm SETZDEHNUNGSMESSE

P	P/P _{L,R} · 100	5	74	Mittel	100	101	Mittel
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]
5	6,2	-0,041	-0,015	-0,022	-0,020	-0,018	-0,019
10	12,4	-0,077	-0,051	-0,064	-0,039	-0,063	-0,051
15	18,6	-0,102	-0,077	-0,090	-0,073	-0,071	-0,072
20	24,8	-0,153	-0,112	-0,133	-0,108	-0,100	-0,104
Umbau							
0	0	-0,031	-0,010	-0,021	-0,010	-0,012	-0,011
5	6,2	-0,071	-0,046	-0,059	-0,055	-0,043	-0,049
10	12,4	-0,071	-0,087	-0,079	-0,059	-0,063	-0,061
15	18,6	-0,112	-0,112	-0,112	-0,090	-0,071	-0,081
20	24,8	-0,163	-0,153	-0,158	-0,122	-0,127	-0,125
25	30,9	-0,173	-0,189	-0,181	-0,165	-0,161	-0,163
30	37,1	-0,240	-0,230	-0,235	-0,200	-0,208	-0,204
35	43,3	-0,265	-0,260	-0,263	-0,239	-0,243	-0,241
40	49,5	-0,311	-0,332	-0,321	-0,276	-0,267	-0,273
20000 W zw 18 und 36 kN							
0	0	+0,015	+0,005	-0,005	-0,002	+0,010	+0,004
10	12,4	-0,112	-0,066	-0,029	-0,066	-0,045	-0,056
20	24,8	-0,194	-0,148	-0,171	-0,159	-0,104	-0,121
25	30,9	-0,214	-0,209	-0,212	-0,163	-0,135	-0,149
30	37,1	-0,255	-0,230	-0,243	-0,194	-0,178	-0,168
35	43,3	-0,311	-0,255	-0,283	-0,227	-0,202	-0,215
40	49,5	-0,316	-0,281	-0,299	-0,251	-0,235	-0,243
45	55,7	-0,362	-0,332	-0,362	-0,284	-0,263	-0,274
50	61,9	-0,418	-0,372	-0,395	-0,316	-0,286	-0,301
53	66						

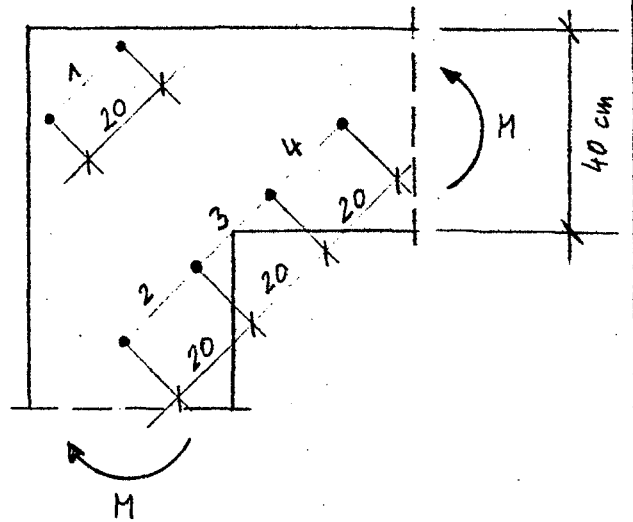


P	$P/P_{UR} \cdot 100$	17	18	Mittel	16	19	Mittel	15	20	Mittel	102	103	Mittel
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]
5	6.2	0,057	0,057	0,057	0,037	0,036	0,034	0,066	0,044	0,058	0,033	0,033	0,033
10	12.4	0,133	0,112	0,123	0,057	0,077	0,064	0,122	0,087	0,105	0,065	0,063	0,064
15	18.6	0,245	0,230	0,238	0,082	0,158	0,120	0,204	0,179	0,192	0,106	0,102	0,104
20	24.8	0,500	0,408	0,454	0,122	0,316	0,219	0,408	0,327	0,365	0,196	0,157	0,177
					Umbau								
0	0	0,153	0,153	0,148	0,274	0,067	0,158	0,000	0,097	0,049	0,043	0,078	0,037
5	6.2	0,230	0,189	0,210	0,260	0,107	0,184	0,066	0,148	0,107	0,073	0,049	0,067
10	12.4	0,306	0,286	0,296	0,265	0,179	0,222	0,107	0,194	0,151	0,116	0,082	0,099
15	18.6	0,398	0,327	0,363	0,296	0,225	0,266	0,173	0,265	0,219	0,133	0,110	0,122
20	24.8	0,500	0,478	0,459	0,371	0,332	0,327	0,275	0,332	0,304	0,200	0,155	0,178
25	30.9	0,668	0,570	0,589	0,429	0,474	0,452	0,489	0,500	0,495	0,372	0,278	0,295
30	37.1	0,837	0,567	0,699	0,480	0,597	0,539	0,673	0,668	0,671	0,439	0,404	0,422
35	43.3	1,020	0,668	0,844	0,541	0,709	0,625	0,827	0,877	0,876	0,577	0,506	0,539
40	49.5	1,279	0,744	0,982	0,628	0,781	0,705	0,969	0,974	0,972	0,680	0,602	0,641
				20000 Lastwechsel zw 18 und 36 kN									
0	0	0,567	0,817	0,436	0,260	0,158	0,199	0,370	0,296	0,153	0,180	0,155	0,172
10	12.4	0,699	0,393	0,546	0,376	0,245	0,287	0,194	0,457	0,324	0,372	0,178	0,295
20	24.8	0,949	0,556	0,753	0,429	0,479	0,429	0,464	0,699	0,582	0,467	0,453	0,450
25	30.9	1,077	0,628	0,750	0,459	0,536	0,498	0,582	0,827	0,702	0,567	0,570	0,536
30	37.1	1,209	0,709	0,959	0,570	0,677	0,564	0,724	0,939	0,832	0,679	0,567	0,598
35	43.3	1,327	0,806	1,067	0,571	0,724	0,648	0,842	1,056	0,949	0,702	0,653	0,668
40	49.5	1,439	0,897	1,169	0,617	0,807	0,709	0,939	1,158	1,049	0,777	0,688	0,730
45	55.7	1,567	0,990	1,276	0,659	0,893	0,776	1,070	1,226	1,148	0,853	0,769	0,877
50	61.9	1,775	1,163	1,469	0,709	0,939	0,824	1,143	1,398	1,277	0,937	0,849	0,897
53	66												

A6



BETONDEHNUNG
20 cm SDM

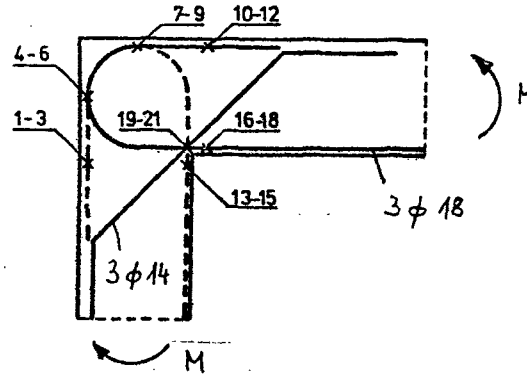


P	$P/P_{u,R} \cdot 100$	1	3		2	4	Mittel 2/4						
[kN]	[%]	[‰]	[‰]		[‰]	[‰]	[‰]						
5	6,2	0	0,112		0,010	0,026	0,018						
10	12,4	-0,036	0,250		0,005	0,026	0,016						
15	18,6	-0,046	0,500		0	0,026	0,013						
20	24,8	-0,066	1,000		0,107	0,204	0,156						
		Umbau											
0	0	-0,015	0,265		0,031	0,092	0,062						
5	6,2	-0,015	0,378		0,015	0,102	0,059						
10	12,4	-0,061	0,592		0,031	0,117	0,074						
15	18,6	-0,056	0,791		0,046	0,143	0,095						
20	24,8	-0,102	1,020		0,071	0,189	0,130						
25	30,9	-0,097	1,602		0,133	0,214	0,174						
30	37,1	-0,107	2,383		0,184	0,296	0,240						
35	43,3	-0,112	3,189		0,235	0,321	0,278						
40	49,5	-0,107	4,256		0,301	0,429	0,365						
		20 000 Lastwechsel zw. 78 und 36 kN											
0	0	-0,015	2,954		0,097	0,082	0,090						
10	12,4	-0,056	3,510		0,173	0,138	0,156						
20	24,8	-0,087	4,556		0,296	0,235	0,266						
25	30,9	-0,092	5,020		0,327	0,306	0,317						
30	37,1	-0,102	5,413		0,393	0,321	0,357						
35	43,3	-0,112	5,811		0,418	0,378	0,398						
40	49,5	-0,122	6,184		0,474	0,408	0,441						
45	55,7	-0,138	6,801		0,500	0,444	0,472						
50	61,9	-0,143	8,653		0,571	0,449	0,510						
53	66												



STAHLDEHNUNGEN

gemessen mit
DMS



P	P/P _{0,R} · 100	13	14	15	16	17	18	Mittel 13-18	4	5	6	7	8	9	Mittel 4-9			
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]			
5	8,0	0,043	0,046	0,048	0,061	0,048	0,045	0,045	-0,011	-0,011	-0,012	-0,012	-0,014	-0,013	-0,012			
10	15,9	0,134	0,136	0,136	0,163	0,137	0,119	0,138	-0,013	-0,013	-0,011	-0,012	-0,014	-0,014	-0,013			
15	23,8	0,290	0,273	0,261	0,333	0,277	0,268	0,285	-0,026	-0,021	-0,015	-0,025	-0,027	-0,027	-0,024			
20	31,9	0,452	0,448	0,402	0,541	0,453	0,433	0,455	-0,040	-0,027	-0,016	-0,032	-0,035	-0,037	-0,031			
25	39,8	0,603	0,627	0,488	0,723	0,609	0,591	0,607	-0,043	-0,026	-0,001	-0,034	-0,039	-0,033	-0,029			
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																		
5	8,0	0,195	0,234	0,140	0,246	0,219	0,203	0,206	-0,006	+0,006	+0,038	-0,002	-0,004	+0,018	+0,008			
25	39,8	0,675	0,716	0,550	0,809	0,680	0,665	0,683	-0,036	-0,011	+0,037	-0,022	-0,030	0	-0,010			
30	47,8	0,798	0,837	0,661	0,945	0,794	0,776	0,802	-0,036	-0,011	+0,043	-0,023	-0,031	0	-0,010			
35	55,7	0,917	0,968	0,790	1,102	0,923	0,896	0,933	-0,055	-0,025	+0,037	-0,035	-0,046	-0,006	-0,022			
40	63,7	1,073	1,145	0,969	1,302	1,113	1,062	1,111	-0,060	-0,023	+0,066	-0,037	-0,045	+0,015	-0,014			
45	71,7	1,247	1,332	1,165	1,592	1,316	1,249	1,317	-0,061	-0,013	+0,114	-0,035	-0,045	+0,165	+0,020			
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN																		
50	79,6	1,541	1,626	1,514	2,174	1,688	1,582	1,688	-0,020	+0,045	+0,222	-0,005	-0,012	+0,170	+0,067			
55	87,5	1,711	1,804	1,685	2,447	1,876	1,747	1,878	-0,030	+0,038	+0,216	-0,014	-0,015	+0,163	+0,059			
60	95,5	2,021	2,102	1,959	2,899	2,189	2,011	2,197	-0,027	+0,051	+0,231	-0,012	-0,006	+0,178	+0,069			
65	103,5	2,448	2,696	2,505	3,644	2,773	2,503	2,762	+0,281	+0,250	+0,371	+0,192	+0,184	+0,322	0,273			
81,3	130																	

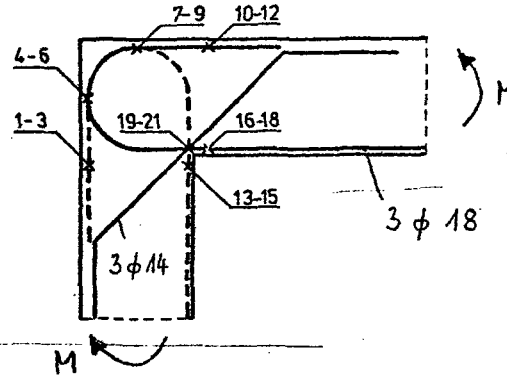
A7



STAHLDEHNUNGEN

gemessen mit

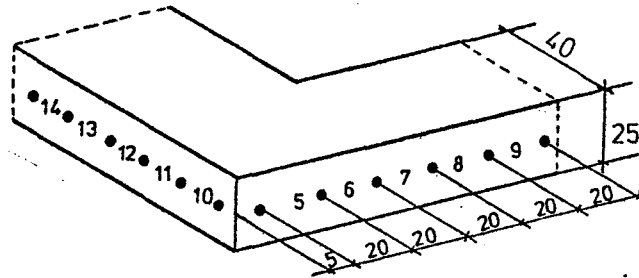
DMS



P	P/P _{u,R} 100	1	2	3	10	11	12	Mittel	19	20	21	Mittel 19-21						
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]						
5	8.0	-0,031	-0,031	-0,032	-0,037	-0,034	-0,037	-0,034	0,069	0,070	0,059	0,066						
10	15,9	-0,063	-0,060	-0,066	-0,074	-0,071	-0,078	-0,069	0,172	0,180	0,156	0,169						
15	23,8	-0,131	-0,121	-0,129	-0,147	-0,140	-0,148	-0,136	0,344	0,388	0,331	0,354						
20	31,9	-0,210	-0,190	-0,196	-0,221	-0,211	-0,230	-0,210	0,495	0,547	0,475	0,506						
25	39,8	-0,285	-0,254	-0,250	-0,293	-0,279	-0,298	-0,277	0,638	0,695	0,623	0,652						
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																		
5	8.0	-0,083	-0,078	-0,077	-0,043	-0,100	-0,084	-0,079	0,172	0,186	0,131	0,163						
25	39,8	-0,342	-0,268	-0,259	-0,317	-0,312	-0,312	-0,297	0,608	0,664	0,591	0,621						
30	47,8	-0,358	-0,306	-0,297	-0,368	-0,358	-0,362	-0,342	0,717	0,780	0,700	0,732						
35	55,7	-0,422	-0,363	-0,345	-0,426	-0,418	-0,418	-0,399	0,800	0,869	0,789	0,819						
40	63,7	-0,487	-0,416	-0,402	-0,483	-0,473	-0,473	-0,456	0,871	0,928	0,841	0,880						
45	71,7	-0,558	-0,473	-0,455	-0,541	-0,530	-0,529	-0,514	0,916	0,974	0,928	0,939						
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN																		
50	79,6	-0,630	-0,528	-0,502	-0,581	-0,567	-0,568	-0,563	0,855	0,888	0,833	0,855						
55	87,5	-0,691	-0,580	-0,555	-0,634	-0,623	-0,619	-0,617	0,936	0,972	0,917	0,942						
60	95,5	-0,758	-0,634	-0,605	-0,692	-0,676	-0,673	-0,673	1,020	1,051	0,992	1,021						
65	103,5	-0,727	-0,610	-0,618	-0,708	-0,698	-0,685	-0,674	1,170	1,205	1,142	1,172						
81,3	130																	

AB

V2

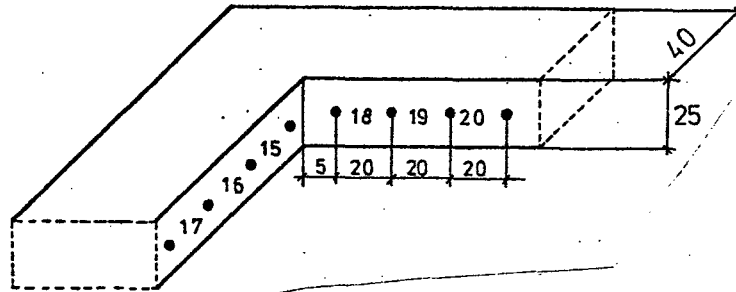


BETONDEHNUNGEN 20 cm SETZDEHNUNGSMESSE

P	P/P _{0,R} · 100	5	10	Mittel	6	11	Mittel	7	12	Mittel	8	13	Mittel	9	14	Mittel		
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]		
5	8,0	0	-0,005	-0,003	-0,036	-0,061	-0,049	-0,051	-0,020	-0,036	-0,026	-0,036	-0,031	-0,036	-0,046	-0,041		
10	15,9	-0,015	-0,010	-0,013	-0,122	-0,091	-0,107	-0,128	-0,087	-0,108	-0,097	-0,092	-0,095	-0,112	-0,077	-0,095		
15	23,8	-0,031	-0,020	-0,026	-0,143	-0,179	-0,161	-0,179	-0,168	-0,174	-0,117	-0,173	-0,145	-0,128	-0,112	-0,120		
20	31,9	-0,066	-0,036	-0,051	-0,130	-0,255	-0,243	-0,286	-0,245	-0,266	-0,240	-0,296	-0,268	-0,219	-0,213	-0,213		
25	39,8	-0,056	-0,026	-0,041	-0,291	-0,347	-0,319	-0,393	-0,378	-0,386	-0,306	-0,378	-0,342	-0,265	-0,255	-0,260		
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																		
5	8,0	-0,010	-0,005	-0,008	-0,082	-0,102	-0,082	-0,163	-0,112	-0,138	-0,102	-0,148	-0,125	-0,066	-0,077	-0,072		
25	39,8	-0,031	-0,020	-0,026	-0,191	-0,357	-0,324	-0,423	-0,403	-0,416	-0,327	-0,439	-0,382	-0,276	-0,265	-0,271		
30	47,8	-0,036	-0,020	-0,028	-0,357	-0,393	-0,375	-0,500	-0,480	-0,490	-0,398	-0,469	-0,434	-0,342	-0,316	-0,329		
35	55,7	-0,097	-0,026	-0,062	-0,408	-0,474	-0,441	-0,597	-0,566	-0,582	-0,490	-0,566	-0,528	-0,393	-0,342	-0,368		
40	63,7	-0,061	-0,035	-0,048	-0,444	-0,520	-0,482	-0,699	-0,632	-0,666	-0,532	-0,689	-0,621	-0,429	-0,429	-0,429		
45	71,7	-0,041	-0,035	-0,038	-0,510	-0,602	-0,556	-0,821	-0,745	-0,783	-0,689	-0,821	-0,755	-0,495	-0,469	-0,482		
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN																		
50	79,6	-0,077	-0,026	-0,052	-0,587	-0,663	-0,625	-0,985	-0,857	-0,921	-0,893	-1,056	-0,975	-0,566	-0,515	-0,541		
55	87,5	-0,087	-0,046	-0,067	-0,633	-0,730	-0,682	-1,082	-0,954	-1,018	-0,990	-1,163	-1,107	-0,607	-0,566	-0,587		
60	95,5	-0,112	-0,046	-0,079	-0,694	-0,801	-0,748	-1,194	-1,046	-1,120	-1,133	-1,357	-1,245	-0,653	-0,602	-0,628		
65	103,5	-0,066	-0,082	-0,074	-0,811	-0,908	-0,860	-1,347	-1,179	-1,263	-1,352	-1,653	-1,503	-0,634	-0,658	-0,676		
81,3	130																	

A9

V2



BETONDEHNUNGEN

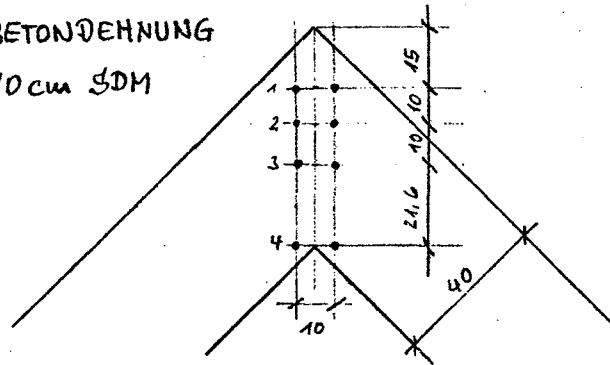
20 cm SETZDEHNUNGSMESSE

P	P/P _{0,R} · 100	15	18	Mittel	16	19	Mittel	17	20	Mittel								
[kN]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]								
5	8,0	0,031	0,015	0,023	0,036	0,026	0,031	0,041	0,026	0,034								
10	15,9	0,071	0,087	0,079	0,082	0,082	0,082	0,066	0,061	0,064								
15	23,8	0,153	0,219	0,186	0,429	0,235	0,332	0,203	0,184	0,197								
20	31,9	0,321	0,454	0,388	0,474	0,439	0,457	0,383	0,352	0,368								
25	39,8	0,449	0,622	0,536	0,689	0,612	0,651	0,551	0,510	0,531								
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																		
5	8,0	0,163	0,240	0,202	0,286	0,245	0,266	0,219	0,184	0,202								
25	39,8	0,515	0,730	0,623	0,806	0,724	0,765	0,648	0,571	0,610								
30	47,8	0,612	0,816	0,714	0,926	0,832	0,881	0,755	0,663	0,709								
35	55,7	0,699	0,934	0,817	1,071	0,969	1,020	0,908	0,765	0,837								
40	63,7	0,821	1,061	0,941	1,250	1,133	1,192	1,077	0,923	1,000								
45	71,7	0,923	1,214	1,069	1,429	1,311	1,370	1,230	1,056	1,143								
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN																		
50	79,6	1,097	1,439	1,268	1,765	1,628	1,697	1,566	1,306	1,436								
55	87,5	1,194	1,628	1,411	1,954	1,827	1,891	1,730	1,423	1,577								
60	95,5	1,398	1,862	1,630	2,219	2,087	2,153	1,939	1,587	1,763								
65	103,5	1,663	2,148	1,906	2,653	2,449	2,551	2,219	1,781	2,000								
81,3	130																	

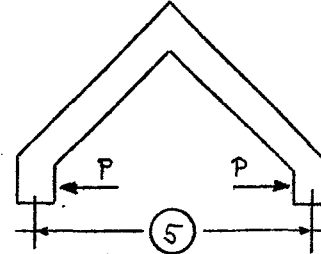
A 10

V2

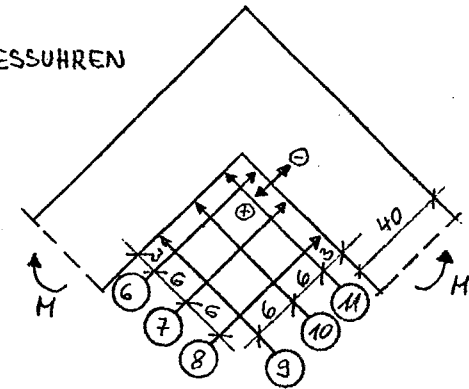
BETONDEHNUNG
10 cm SDM



ROLLENGERÄT



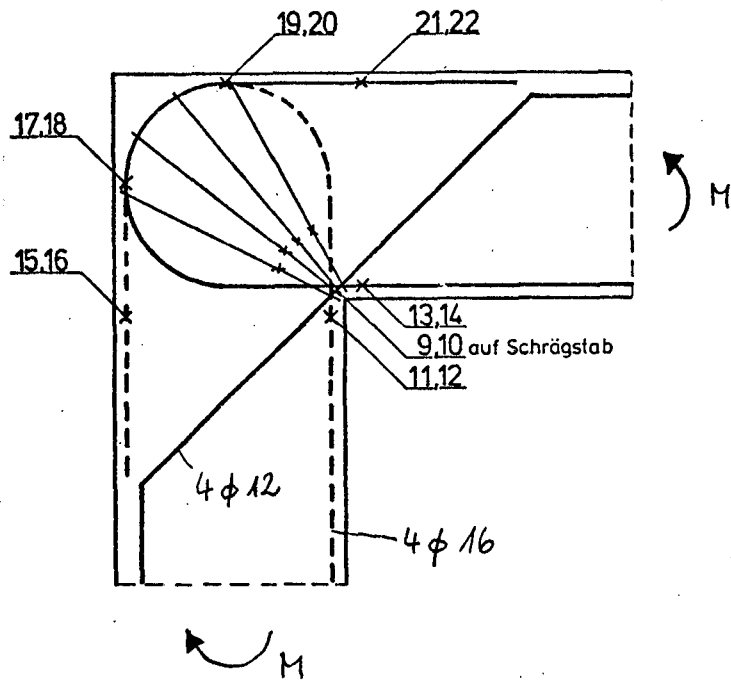
MESSUHREN



P	P/P _{0,R} · 100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[cm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]					
5	8.0	-0,003	-0,040	-0,012	0,116	0,035	+0,480	+0,475	+0,485	-0,020	-0,028	0					
10	15,9	-0,020	-0,023	-0,028	0,356	0,140	+0,720	+0,720	+0,735	-0,052	-0,055	-0,010					
15	23,8	-0,040	-0,035	-0,005	1,010	0,365	+0,740	+0,700	+0,695	+0,128	+0,115	+0,148					
20	31,9	-0,060	-0,075	-0,030	1,850	0,715	+0,555	+0,455	+0,395	+0,463	+0,442	+0,448					
25	39,8	-0,073	-0,097	-0,065	2,848	1,055	+0,465	+0,290	+0,200	+0,793	+0,742	+0,753					
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																	
5	8,0	-0,015	-0,085	-0,042	1,320	0,440	+0,172	+0,070	+0,035	+0,558	+0,528	+0,518					
25	39,8	-0,073	-0,144	-0,098	3,350	1,285	+0,320	+0,090	-0,050	+1,506	+1,440	+1,426					
30	47,8	-0,077	-0,163	-0,108	3,823	1,475	+0,280	-0,025	-0,177	+1,638	+1,570	+1,553					
35	55,7	-0,077	-0,165	-0,125	4,316	1,760	+0,095	-0,205	-0,403	+1,886	+1,800	+1,770					
40	63,7	-0,100	-0,190	-0,148	4,700	2,085	-0,032	-0,430	-0,640	+2,228	+2,130	+2,058					
45	71,7	-0,105	-0,243	-0,148	5,163	2,430	+0,040	-0,418	-0,645	+2,478	+2,380	+2,318					
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN																	
50	79,6	-0,123	-0,247	-0,215	5,428	3,015	-0,030	-0,810	-1,225	+4,158	+3,965	+3,848					
55	87,5	-0,140	-0,273	-0,232	5,776	3,300	-0,105	-0,970	-0,435	+4,388	+4,175	+4,038					
60	95,5	-0,160	-0,330	-0,250	6,378	3,680	-0,152	-1,165	-0,250	+4,698	+4,455	+4,328					
65	103,5	-0,147	-0,480	-0,280	7,588	4,275	-0,130	-1,390	-0,023	+5,343	+5,038	+4,923					
81,3	130																

A 77

V3



STAHLDEHNUNGEN

gemessen mit

DMS

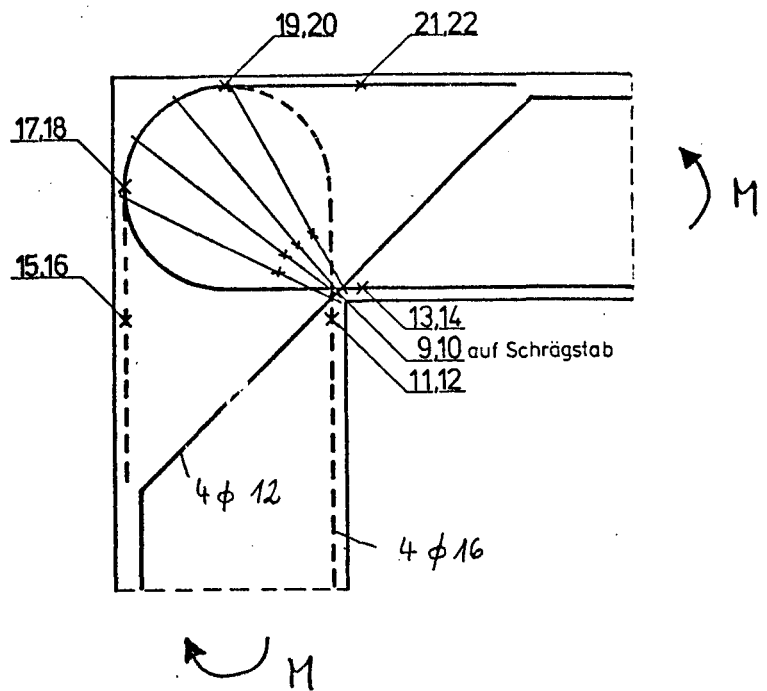
P	P/P _{Rk} · 100	11	12	13	14	Mittel 11-14	17	18	19	20	Mittel 17-20	
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	
5	7,9	0,034	0,036	0,049	0,040	0,040	-0,011	-0,008	-0,010	-0,010	-0,010	
10	15,7	0,091	0,102	0,133	0,103	0,107	-0,016	-0,111	-0,015	-0,018	-0,015	
15	23,6	0,169	0,176	0,220	0,173	0,186	-0,029	-0,021	-0,026	-0,029	-0,026	
20	31,4	0,318	0,335	0,361	0,312	0,332	-0,054	-0,042	-0,046	-0,049	-0,048	
25	39,3	0,484	0,496	0,528	0,462	0,493	-0,066	-0,049	-0,059	-0,052	-0,057	
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN												
5	7,9	0,267	0,247	0,261	0,259	0,259	-0,016	-0,008	-0,017	-0,011	-0,013	
25	39,3	0,594	0,595	0,622	0,594	0,601	-0,065	-0,046	-0,059	-0,055	-0,056	
30	47,2	0,680	0,687	0,714	0,681	0,691	-0,077	-0,056	-0,070	-0,065	-0,067	
35	55,0	0,797	0,805	0,840	0,807	0,812	-0,088	-0,063	-0,080	-0,072	-0,076	
40	62,9	0,986	0,985	1,023	1,001	0,999	-0,102	-0,066	-0,092	-0,073	-0,083	
45	70,8	1,165	1,160	1,188	1,187	1,175	-0,105	-0,063	-0,096	-0,061	-0,081	
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN												
50	78,6	1,427	1,427	1,422	1,455	1,433	-0,052	-0,004	-0,043	+0,013	-0,022	
55	86,5	1,594	1,582	1,574	1,639	1,597	-0,045	+0,006	-0,036	+0,025	-0,013	
60	94,3	1,795	1,775	1,753	1,829	1,788	-0,028	+0,015	-0,021	+0,047	+0,003	
65	102,2	2,071	2,052	1,993	2,132	2,062	+0,005	+0,023	+0,003	+0,074	+0,026	
70	110,1	2,426	2,430	2,288	2,537	2,420	+0,035	+0,038	+0,031	+0,107	+0,053	
75	117,9	3,012	3,126	2,762	3,208	3,027	+0,080	+0,060	+0,068	+0,152	+0,090	
80	125,8	4,029	4,420	3,606	4,196	4,063	+0,126	+0,079	+0,126	+0,207	+0,135	
83,8	132											

V3

STAHLDEHNUNGEN

gemessen mit

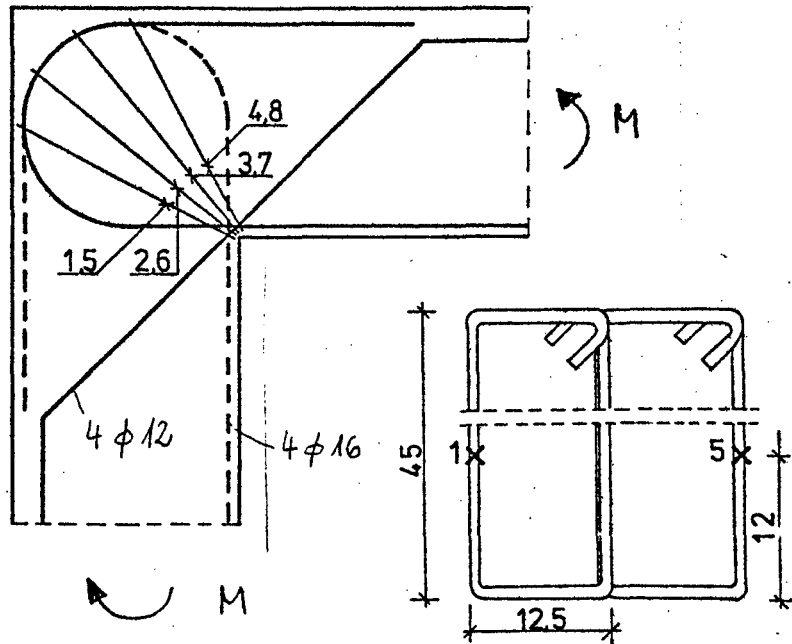
DMS



P	P/P _{ult} · 100	15	16	21	22	Mittel	9	10	Mittel 9, 10			
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]			
5	7,9	-0,029	-0,031	-0,027	-0,029	-0,029	0,059	0,061	0,061			
10	15,7	-0,060	-0,060	-0,059	-0,060	-0,060	0,161	0,168	0,165			
15	23,6	-0,099	-0,098	-0,093	-0,098	-0,097	0,277	0,279	0,278			
20	31,4	-0,165	-0,169	-0,145	-0,155	-0,159	0,466	0,430	0,448			
25	39,3	-0,222	-0,228	-0,194	-0,208	-0,213	0,657	0,601	0,629			
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN												
5	7,9	-0,083	-0,091	-0,069	-0,076	-0,080	0,276	0,252	0,264			
25	39,3	-0,239	-0,253	-0,205	-0,222	-0,230	0,707	0,627	0,667			
30	47,2	-0,280	-0,293	-0,241	-0,259	-0,268	0,815	0,729	0,772			
35	55,0	-0,328	-0,341	-0,280	-0,301	-0,313	0,941	0,847	0,894			
40	62,9	-0,390	-0,404	-0,340	-0,363	-0,374	1,090	0,987	1,039			
45	70,8	-0,453	-0,466	-0,385	-0,411	-0,429	1,228	1,110	1,169			
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN												
50	78,6	-0,531	-0,538	-0,452	-0,475	-0,500	1,351	1,204	1,278			
55	86,5	-0,578	-0,584	-0,493	-0,523	-0,545	1,486	1,339	1,413			
60	94,3	-0,631	-0,642	-0,545	-0,576	-0,599	1,641	1,445	1,543			
65	102,2	-0,695	-0,696	-0,599	-0,632	-0,656	1,817	1,560	1,689			
70	110,1	-0,756	-0,754	-0,649	-0,686	-0,711	2,049	1,680	1,865			
75	117,9	-0,828	-0,813	-0,706	-0,746	-0,773	2,382	1,812	2,097			
80	125,8	-0,890	-0,809	-0,769	-0,793	-0,813	2,846	1,975	2,411			
83,8	132											

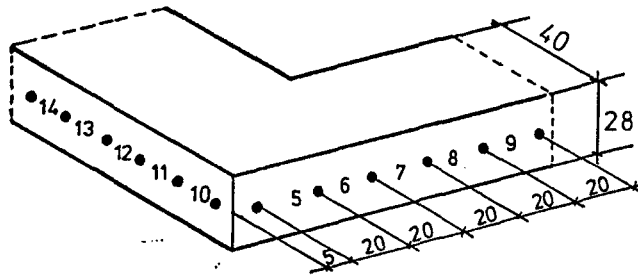
V3

STAHLDEHNUNG
gemessen mit
DMS



P	P/P _{ult} · 100	1	5	4	8		2	6	3	7		
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]			[‰]	[‰]	[‰]	[‰]		
5	7,9	0,008	0,007	0,011			0,014	0,014	0,023	0,017		
10	15,7	0,017	0,022	0,028			0,038	0,041	0,038	0,036		
15	23,6	0,036	0,036	0,063			0,083	0,073	0,053	0,044		
20	31,4	0,034	0,088	0,241			0,235	0,093	0,090	0,056		
25	39,3	0,030	0,146	0,227			0,366	0,130	0,134	0,217		
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN												
5	7,9	0,016	0,109	0,133			0,207	0,076	0,146	0,046		
25	39,3	0,035	0,215	0,286			0,424	0,158	0,307	0,137		
30	47,2	0,049	0,232	0,320			0,480	0,181	0,349	0,163		
35	55,0	0,063	0,271	0,363			0,550	0,220	0,424	0,201		
40	62,9	0,088	0,340	0,412			0,642	0,289	0,537	0,244		
45	70,8	0,125	0,412	0,449			0,702	0,365	0,633	0,283		
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN												
50	78,6	0,186	0,528	0,428			0,649	0,386	0,666	0,281		
55	86,5	0,205	0,585	0,463			0,707	0,430	0,731	0,328		
60	94,3	0,232	0,692	0,494			0,761	0,477	0,796	0,375		
65	102,2	0,257	0,704	0,529			0,812	0,522	0,862	0,424		
70	110,1	0,284	0,764	0,563			0,852	0,565	0,924	0,476		
75	117,9	0,315	0,790	0,603			0,896	0,606	0,931	0,531		
80	125,8	0,346	0,817	0,633			0,931	0,637	1,045	0,573		
83,8	132											

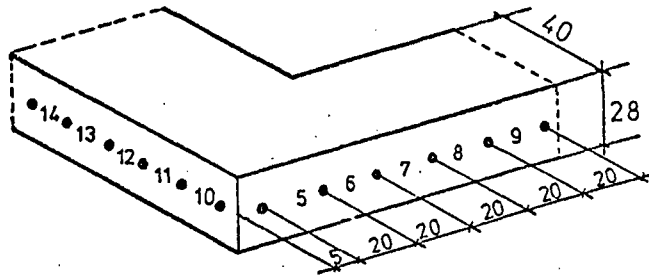
V3



BETONDEHNUNGEN 20 cm SETZDEHNUNGSMESSE

P	P/P _{ult} · 100	5	10	Mittel	6	11	Mittel	7	12	Mittel		
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]		
5	7,9	-0,031	-0,005	-0,018	-0,036	-0,020	-0,028	-0,031	-0,066	-0,043		
10	15,7	-0,026	-0,036	-0,031	-0,061	-0,087	-0,074	-0,066	-0,077	-0,072		
15	23,6	-0,046	-0,031	-0,039	-0,112	-0,102	-0,107	-0,102	-0,138	-0,120		
20	31,4	-0,051	-0,046	-0,049	-0,168	-0,158	-0,163	-0,204	-0,235	-0,220		
25	39,3	-0,056	-0,051	-0,054	-0,250	-0,224	-0,237	-0,301	-0,342	-0,322		
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN												
5	7,9	-0,031	-0,010	-0,021	-0,107	-0,087	-0,097	-0,122	-0,153	-0,138		
25	39,3	-0,066	-0,061	-0,064	-0,281	-0,255	-0,268	-0,347	-0,362	-0,355		
30	47,2	-0,066	-0,061	-0,064	-0,311	-0,301	-0,306	-0,408	-0,429	-0,419		
35	55,0	-0,077	-0,066	-0,072	-0,372	-0,347	-0,360	-0,495	-0,510	-0,503		
40	62,9	-0,087	-0,082	-0,085	-0,444	-0,429	-0,437	-0,582	-0,607	-0,595		
45	70,8	-0,117	-0,102	-0,110	-0,505	-0,500	-0,503	-0,658	-0,679	-0,669		
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN												
50	78,6	-0,087	-0,092	-0,090	-0,612	-0,617	-0,615	-0,816	-0,811	-0,814		
55	86,5	-0,097	-0,102	-0,100	-0,689	-0,679	-0,684	-0,898	-0,908	-0,903		
60	94,3	-0,107	-0,122	-0,115	-0,760	-0,760	-0,760	-0,990	-1,005	-0,998		
65	102,2	-0,128	-0,143	-0,136	-0,837	-0,760	-0,799	-1,102	-1,112	-1,107		
70	110,1	-0,122	-0,153	-0,138	-0,934	-0,832	-0,883	-1,260	-1,291	-1,276		
75	117,9	-0,117	-0,173	-0,145	-1,010	-0,923	-0,967	-1,525	-1,531	-1,528		
80	125,8	-0,097	-0,173	-0,135	-1,102	-1,020	-1,061	-2,143	-1,990	-2,067		
83,8	132											

V3

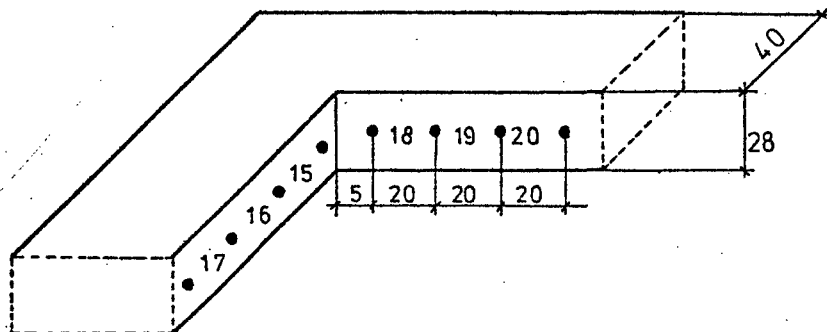


BETONDEHNUNGEN

20 cm SETZDEHNUNGSMESSE

P	P/P _R · 100	8	13	Mittel	9	14	Mittel						
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]						
5	7,9	-0,026	-0,010	-0,018	-0,031	-0,015	-0,023						
10	15,7	-0,066	-0,071	-0,069	-0,061	-0,036	-0,049						
15	23,6	-0,128	-0,153	-0,141	-0,092	-0,020	-0,056						
20	31,4	-0,219	-0,209	-0,214	-0,158	-0,092	-0,125						
25	39,3	-0,301	-0,342	-0,322	-0,230	-0,163	-0,197						
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN													
5	7,9	-0,122	-0,163	-0,143	-0,071	-0,133	-0,102						
25	39,3	-0,327	-0,362	-0,345	-0,235	-0,163	-0,199						
30	47,2	-0,383	-0,408	-0,396	-0,260	-0,209	-0,235						
35	55,0	-0,459	-0,490	-0,475	-0,332	-0,245	-0,289						
40	62,9	-0,541	-0,612	-0,577	-0,383	-0,332	-0,358						
45	70,8	-0,622	-0,668	-0,645	-0,434	-0,357	-0,396						
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN													
50	78,6	-0,791	-0,842	-0,817	-0,520	-0,454	-0,487						
55	86,5	-0,878	-0,929	-0,904	-0,582	-0,490	-0,536						
60	94,3	-1,020	-1,020	-1,020	-0,638	-0,556	-0,597						
65	102,2	-1,179	-1,179	-1,179	-0,704	-0,628	-0,666						
70	110,1	-1,393	-1,352	-1,373	-0,791	-0,704	-0,748						
75	117,9	-1,760	-1,673	-1,717	-0,883	-0,806	-0,845						
80	125,8	-2,140	-2,204	-2,122	-1,189	-0,888	-1,039						
83,8	132												

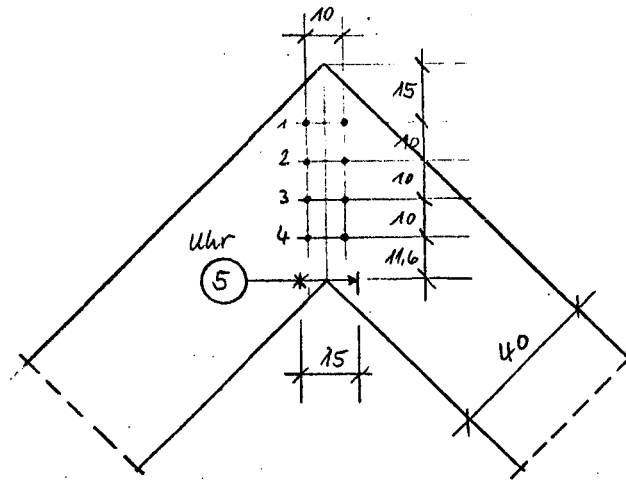
V3



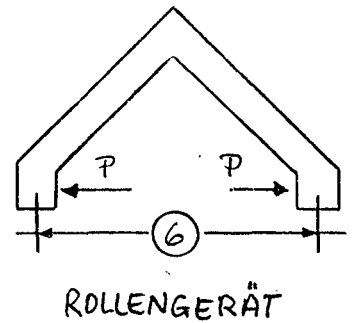
BETONDEHNUNG 20 cm SETZDEHNUNGSMESSE

P	P/P _{ult} · 100	15	18	Mittel	16	19	Mittel	17	20	Mittel		
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]		
5	7,9	0,041	0,051	0,046	0,026	0,036	0,031	0,020	0,031	0,026		
10	15,7	0,076	0,076	0,076	0,102	0,092	0,097	0,056	0,041	0,049		
15	23,6	0,122	0,158	0,140	0,143	0,163	0,153	0,102	0,071	0,087		
20	31,4	0,321	0,444	0,383	0,398	0,286	0,342	0,184	0,163	0,174		
25	39,3	0,505	0,668	0,587	0,556	0,520	0,638	0,459	0,367	0,413		
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN												
5	7,9	0,296	0,311	0,304	0,281	0,311	0,296	0,260	0,230	0,245		
25	39,3	0,678	0,775	0,727	0,663	0,653	0,658	0,617	0,515	0,566		
30	47,2	0,781	0,857	0,819	0,745	0,745	0,745	0,699	0,587	0,643		
35	55,0	0,928	0,910	0,919	0,878	0,908	0,893	0,852	0,704	0,778		
40	62,9	1,168	1,168	1,168	1,056	1,107	1,082	1,026	0,857	0,942		
45	70,8	1,383	1,296	1,340	1,204	1,301	1,253	1,189	1,000	0,950		
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN												
50	78,6	1,842	1,541	1,692	1,510	1,597	1,554	1,485	1,194	1,340		
55	86,5	2,056	1,694	1,875	1,663	1,755	1,709	1,637	1,306	1,472		
60	94,3	2,316	1,883	2,100	1,867	1,995	1,931	1,852	1,429	1,641		
65	102,2	2,724	2,178	2,451	2,109	2,327	2,268	2,107	1,628	1,868		
70	110,1	3,265	2,582	2,924	2,740	2,730	2,735	2,464	1,852	2,158		
75	117,9	4,235	3,275	3,755	3,933	3,510	3,722	3,025	2,199	2,612		
80	125,8	5,985	4,643	5,314	7,382	5,520	6,451	4,117	3,020	3,569		
83,8	132											

V3



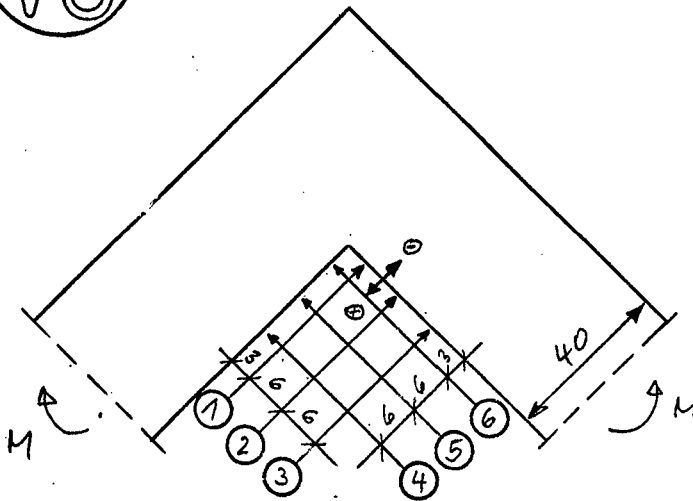
BETONDEHNUNG
10 cm Σ DM.



P	P/P _{UR} · 100	1	2	3	4	5		6				
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[mm]		[cm]				
5	7,9	-0,020	-0,015	-0,012	+0,005	0,008		0,070				
10	15,7	-0,032	-0,033	-0,022	+0,020	0,040		0,180				
15	23,6	-0,045	-0,060	-0,035	+0,040	0,078		0,290				
20	31,4	-0,068	-0,085	-0,042	+0,098	0,150		0,550				
25	39,3	-0,085	-0,105	-0,042	+0,278	0,205		0,870				
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN												
5	7,9	-0,030	-0,037	-0,022	+0,245	0,140		0,520				
25	39,3	-0,088	-0,103	-0,045	+0,432	0,260		1,080				
30	47,2	-0,092	-0,117	-0,050	+0,485	0,220		1,240				
35	55,0	-0,112	-0,137	-0,072	+0,595	0,375		1,510				
40	62,9	-0,128	-0,163	-0,078	+0,745	0,468		1,820				
45	70,8	-0,140	-0,183	-0,085	+0,840	0,555		2,120				
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN												
50	78,6	-0,130	-0,227	-0,110	+1,095	0,730		2,690				
55	86,5	-0,142	-0,253	-0,125	+1,190	0,805		2,905				
60	94,3	-0,155	-0,277	-0,140	+1,330	0,890		3,350				
65	102,2	-0,180	-0,310	-0,160	+1,495	1,002		3,780				
70	110,1	-0,200	-0,337	-0,175	+1,718	1,135		4,290				
75	117,9	-0,232	-0,375	-0,195	+1,968	1,295		5,060				
80	125,8	-0,270	-0,400	-0,202	+2,265	1,480		6,510				
83,8	132											

V3

MESSUHREN



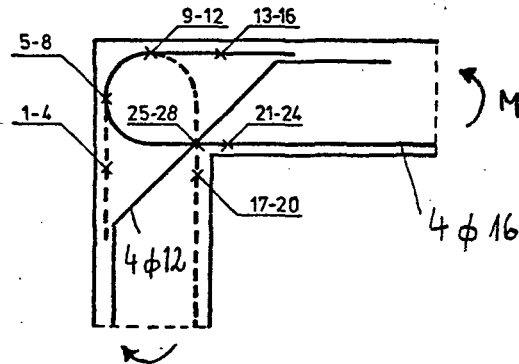
P	P/P _{ult} · 100	1	2	3	4	5	6						
[kN]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]						
5	7,9	+0,330	+0,315	+0,318	-0,162	-0,190	-0,164						
10	15,7	+0,245	+0,215	+0,200	-0,047	-0,072	-0,062						
15	23,6	-0,093	-0,135	-0,195	+0,276	+0,258	+0,238						
20	31,4	-0,223	-0,247	-0,388	+0,473	+0,428	+0,383						
25	39,3	-0,267	-0,335	-0,512	+0,803	+0,738	+0,678						
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN													
5	7,9	-0,680	-0,710	-0,742	+0,586	+0,528	+0,458						
25	39,3	-0,677	-0,765	-0,755	+1,030	+0,950	+0,858						
30	47,2	-0,505	-0,603	-0,818	+1,183	+1,120	+1,038						
35	55,0	-0,765	-0,913	-1,232	+1,416	+1,328	+1,213						
40	62,9	-1,060	-1,255	-1,550	+1,698	+1,583	+1,438						
45	70,8	-1,335	-1,575	-1,930	+1,933	+1,808	+1,628						
500 Lastwechsel zwischen 38 und 51 kN													
50	78,6	-1,630	-1,910	-2,315	+1,918	+1,778	+1,558						
55	86,5	-1,865	-2,185	-2,720	+2,233	+2,073	+1,828						
60	94,3	-2,090	-2,467	-3,000	+2,533	+2,353	+2,088						
65	102,2	-1,835	-2,260	-2,860	+2,483	+2,288	+1,983						
70	110,1	-0,985	-1,437	-2,075	+2,768	+2,530	+2,266						
75	117,9	+1,955	+1,475	+0,805	+2,088	+1,840	+1,658						
80	125,8	+8,465	+7,760	+7,210	-0,232	-0,682	-0,792						
83,8	132												



STAHLDEHNUNGEN

Gemessen mit

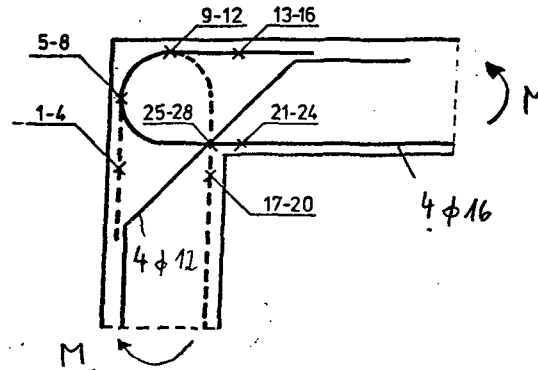
DMS



P	P/P _{0,R} · 100	17	18	19	20	21	22	23	24	Mittel 17-24	25	26	27	28	Mittel 25-28			
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]			
5	7,6	0,025	0,040	0,045	0,037	0,049	0,050	0,026	0,062	0,042	0,077	0,068	0,058	0,033	0,053			
10	15,2	0,077	0,106	0,123	0,111	0,161	0,162	0,097	0,163	0,125	0,247	0,184	0,180	0,101	0,178			
15	22,8	0,191	0,225	0,233	0,217	0,295	0,298	0,220	0,312	0,249	0,427	0,349	0,373	0,285	0,359			
20	30,3	0,326	0,382	0,394	0,383	0,451	0,458	0,372	0,422	0,399	0,610	0,463	0,530	0,442	0,511			
25	37,9	0,484	0,551	0,560	0,560	0,609	0,626	0,556	0,579	0,566	0,771	0,564	0,646	0,598	0,645			
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																		
5	7,6	0,317	0,290	0,275	0,260	0,314	0,315	0,296	0,203	0,284	0,191	0,094	0,148	0,099	0,133			
25	37,9	0,692	0,682	0,672	0,668	0,745	0,759	0,725	0,667	0,701	0,711	0,447	0,532	0,584	0,569			
30	45,5	0,793	0,783	0,776	0,772	0,858	0,876	0,854	0,787	0,812	0,802	0,540	0,636	0,721	0,675			
35	53,1	0,930	0,915	0,912	0,917	1,017	1,033	1,035	0,924	0,960	0,891	0,625	0,727	0,858	0,775			
40	60,7	1,116	1,102	1,111	1,097	1,236	1,254	1,331	1,109	1,170	1,047	0,749	0,868	1,022	0,922			
500 Lastwechsel zwischen 34 und 46 kN																		
45	68,3	1,339	1,301	1,323	1,300	1,488	1,480	1,661	1,294	1,391	1,086	0,713	0,839	1,199	0,959			
50	75,9	1,492	1,445	1,472	1,450	1,660	1,644	1,759	1,452	1,547	1,208	0,797	0,942	1,357	1,076			
55	83,5	1,688	1,620	1,653	1,647	1,887	1,856	1,949	1,638	1,742	1,331	0,870	1,036	1,507	1,186			
60	91,0	1,978	1,881	1,915	1,945	2,228	2,163	2,227	1,918	2,032	1,455	0,944	1,129	1,598	1,282			
65	98,6	2,381	2,283	2,333	2,425	2,780	2,660	2,658	2,328	2,481	1,567	1,033	1,223	1,636	1,365			
75	114																	



STAHLDEHNUNGEN gemessen mit DMS



P	P/P _{u,R} ·100	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittel 5-12							
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]		[‰]	[‰]							
5	7,6	-0,015	-0,014	-0,015	-0,017	-0,018	-0,014		-0,015	-0,016							
10	15,2	-0,028	-0,030	-0,030	-0,008	-0,035	-0,028		-0,031	-0,027							
15	22,8	-0,040	-0,040	-0,042	-0,039	-0,047	-0,037		-0,045	-0,041							
20	30,3	-0,054	-0,050	-0,048	-0,077	-0,062	-0,045		-0,056	-0,056							
25	37,9	-0,063	-0,048	-0,048	-0,069	-0,069	-0,050		-0,061	-0,058							
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																	
5	7,6	-0,002	+0,013	+0,013	+0,054	-0,002	0		-0,002	+0,011							
25	37,9	-0,046	-0,025	-0,025	+0,094	-0,055	-0,037		-0,046	-0,020							
30	45,5	-0,062	-0,037	-0,037	+0,086	-0,072	-0,051		-0,052	-0,034							
35	53,1	-0,069	-0,040	-0,037	+0,105	-0,079	-0,055		-0,067	-0,035							
40	60,7	+0,012	+0,071	+0,104	+0,077	+0,025	+0,031		+0,067	0,055							
500 Lastwechsel zwischen 34 und 46 kN																	
45	68,3	+0,094	+0,158	+0,224	+0,339	+0,072	+0,094		+0,182	0,166							
50	75,9	+0,104	+0,169	+0,238	+0,381	+0,081	+0,105		+0,197	0,182							
55	83,5	+0,126	+0,190	+0,265	+0,430	+0,103	+0,126		+0,119	0,208							
60	91,0	+0,162	+0,215	+0,298	+0,413	+0,135	+0,158		+0,246	0,234							
65	98,6	+0,216	+0,252	+0,340	+0,405	+0,189	+0,205		+0,269	0,268							
75	114																

fallen
ausge
Meßstelle

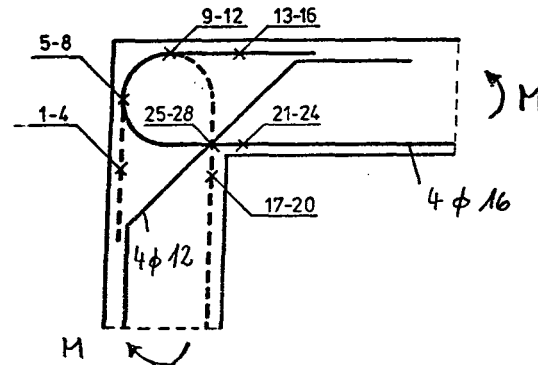
A21



STAHLDEHNUNGEN

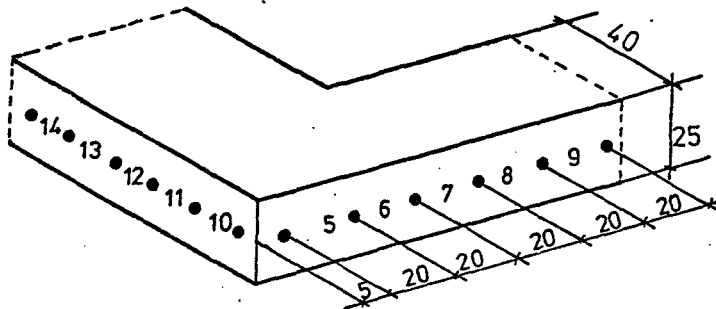
gemessen mit

DMS



A22

P	P/P _{0,R} · 100	1	2	3	4	13	14	15	16	Mittel							
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]							
5	7,6	-0,034	-0,037	-0,037	-0,036	-0,035	-0,037	-0,038		-0,036							
10	15,2	-0,072	-0,077	-0,080	-0,080	-0,077	-0,083	-0,093		-0,081							
15	22,8	-0,113	-0,123	-0,128	-0,135	-0,125	-0,138	-0,161		-0,133							
20	30,3	-0,174	-0,192	-0,192	-0,198	-0,180	-0,199	-0,228		-0,196							
25	37,9	-0,231	-0,247	-0,246	-0,253	-0,225	-0,250	-0,289		-0,250							
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																	
5	7,6	-0,085	-0,088	-0,083	-0,085	-0,071	-0,082	-0,097		-0,084							
25	37,9	-0,252	-0,263	-0,254	-0,259	-0,233	-0,259	-0,299		-0,260							
30	45,5	-0,302	-0,315	-0,304	-0,307	-0,279	-0,308	-0,351		-0,310							
35	53,1	-0,350	-0,361	-0,348	-0,352	-0,321	-0,352	-0,399		-0,355							
40	60,7	-0,357	-0,393	-0,387	-0,410	-0,333	-0,382	-0,436		-0,385							
500 Lastwechsel zwischen 34 und 46 kN																	
45	68,3	-0,433	-0,432	-0,399	-0,406	-0,365	-0,414	-0,466		-0,416							
50	75,9	-0,489	-0,482	-0,444	-0,450	-0,405	-0,454	-0,511		-0,462							
55	83,5	-0,542	-0,528	-0,482	-0,488	-0,443	-0,496	-0,554		-0,504							
60	91,0	-0,599	-0,567	-0,515	-0,522	-0,473	-0,530	-0,593		-0,541							
65	98,6	-0,660	-0,602	-0,540	-0,553	-0,510	-0,568	-0,633		-0,580							
75	114																

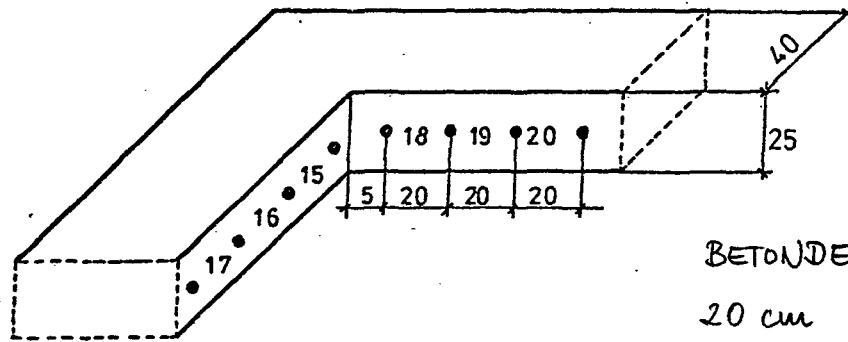


BETONDEHNUNGEN

20 cm SETZDEHNUNGSMESSE

P	P/P _{0,2} · 100	5	10	Mittel	6	11	Mittel	7	12	Mittel	8	13	Mittel	9	14	Mittel		
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]		
5	7,6	-0,025	-0,030	-0,028	-0,050	-0,035	-0,043	-0,050	-0,060	-0,055	-0,040	-0,050	-0,045	-0,010	-0,040	-0,025		
10	15,2	-0,025	-0,040	-0,033	-0,100	-0,100	-0,100	-0,115	-0,110	-0,113	-0,100	-0,090	-0,095	-0,085	-0,090	-0,088		
15	22,8	-0,050	-0,040	-0,045	-0,150	-0,160	-0,155	-0,175	-0,225	-0,200	-0,150	-0,150	-0,150	-0,135	-0,150	-0,143		
20	30,3	+0,035	-0,040	-0,003	-0,225	-0,220	-0,223	-0,300	-0,300	-0,300	-0,225	-0,225	-0,225	-0,185	-0,200	-0,193		
25	37,9	-0,025	-0,040	-0,033	-0,300	-0,285	-0,293	-0,400	-0,400	-0,400	-0,300	-0,325	-0,313	-0,285	-0,250	-0,268		
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																		
5	7,6	-0,025	+0,010	-0,008	-0,100	-0,085	-0,093	-0,150	-0,175	-0,163	-0,100	-0,140	-0,120	-0,060	-0,090	-0,075		
25	37,9	-0,025	-0,015	-0,020	-0,325	-0,310	-0,318	-0,475	-0,475	-0,475	-0,350	-0,375	-0,363	-0,310		-0,310		
30	45,5	-0,065	-0,015	-0,040	-0,435	-0,370	-0,403	-0,535	-0,540	-0,538	-0,425	-0,460	-0,443	-0,370		-0,370		
35	53,1	-0,050	-0,080	-0,065	-0,435	-0,435	-0,435	-0,625	-0,610	-0,618	-0,500	-0,550	-0,525	-0,435		-0,435		
40	60,7	0	-0,040	-0,020	-0,550	-0,510	-0,530	-0,750	-0,715	-0,733	-0,575	-0,650	-0,613	-0,485		-0,485		
500 Lastwechsel zwischen 34 und 46 kN																		
45	68,3	0	-0,015	-0,008	-0,600	-0,535	-0,568	-0,875	-0,830	-0,853	-0,690	-0,800	-0,745	-0,520		-0,520		
50	75,9	-0,040	-0,015	-0,028	-0,650	-0,600	-0,625	-0,975	-0,930	-0,953	-0,775	-0,900	-0,838	-0,600		-0,600		
55	83,5	-0,050	-0,040	-0,045	-0,700	-0,670	-0,685	-1,100	-1,065	-1,083	-0,875	-1,010	-0,943	-0,660		-0,660		
60	91,0	-0,075	-0,040	-0,058	-0,765	-0,710	-0,738	-1,250	-1,215	-1,233	-1,000	-1,160	-1,080	-0,720		-0,720		
65	98,6	-0,065	-0,090	-0,078	-0,800	-0,760	-0,780	-1,400	-1,380	-1,390	-1,175	-1,325	-1,250	-0,785		-0,785		
75	114																	

A23

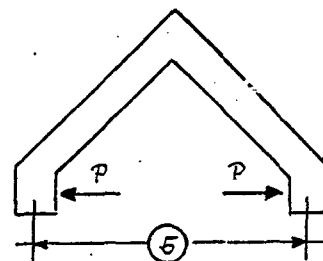
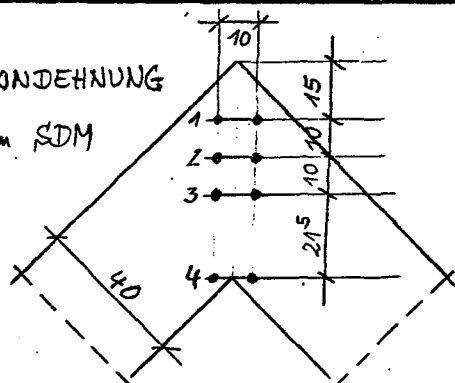


BETONDEHNUNGEN
20 cm SETZDEHNUNGSMESSE

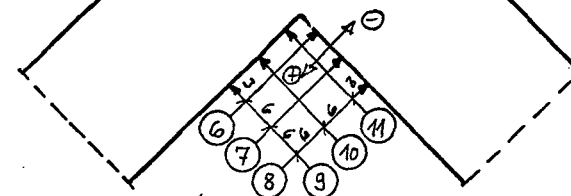
P	P/P _{0,2} ·100	15	18	Mittel	16	19	Mittel	17	20	Mittel								
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]								
5	7,6	+0,085	+0,035	+0,025	+0,035	+0,050	+0,043	+0,375	+0,040	+0,208								
10	15,2	+0,065	+0,035	+0,050	+0,100	+0,100	+0,100	+0,450	+0,100	+0,275								
15	22,8	+0,125	+0,150	+0,138	+0,235	+0,210	+0,223	+0,565	+0,200	+0,383								
20	30,3	+0,395	+0,415	+0,395	+0,160	+0,475	+0,468	+0,815	+0,425	+0,620								
25	37,9	+0,500	+0,550	+0,530	+0,635	+0,640	+0,638	+1,065	+0,600	+0,833								
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																		
5	7,6	+0,235	+0,275	+0,255	+0,310	+0,350	+0,330	+0,750	+0,325	+0,538								
25	37,9	+0,550	+0,615	+0,583	+0,710	+0,750	+0,730	+1,225	+0,710	+0,968								
30	45,5	+0,625	+0,715	+0,670	+0,785	+0,850	+0,818	+1,325	+0,810	+1,068								
35	53,1	+0,750	+0,850	+0,800	+0,935	+0,975	+0,950	+1,500	+0,925	+1,213								
40	60,7	+0,875	+0,925	+0,900	+1,035	+1,125	+1,080	+1,650	+1,050	+1,350								
500 Lastwechsel zwischen 34 und 46 kN																		
45	68,3	+1,075	+1,075	+1,075	+1,200	+1,340	+1,270	+1,900	+1,325	+1,613								
50	75,9	+1,200	+1,175	+1,188	+1,350	+1,450	+1,400	+2,015	+1,450	+1,733								
55	83,5	+1,350	+1,300	+1,330	+1,470	+1,600	+1,535	+2,175	+1,550	+1,863								
60	91,0	+1,550	+1,450	+1,500	+1,660	+1,825	+1,743	+2,375	+1,750	+2,063								
65	98,6	+1,825	+1,665	+1,745	+1,710	+2,050	+1,980	+2,600	+1,950	+2,275								
75	114																	



BETONDEHNUNG
10 cm SDM



ROLLENGERÄT

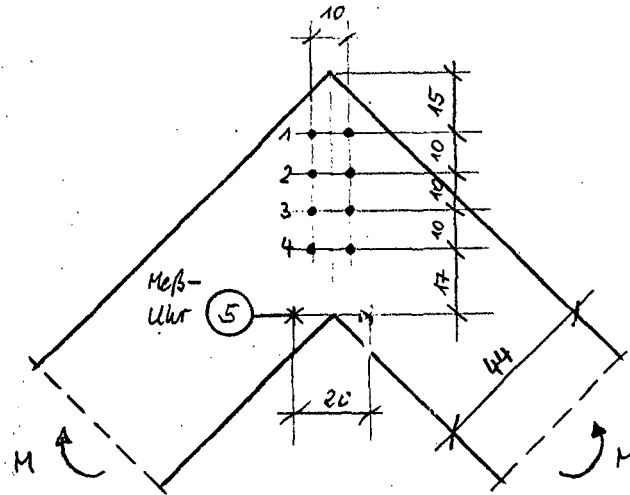


MESSUHRN

A25

P	P/P _{0,R} · 100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[cm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]				
5	7,6	-0,006	-0,028	-0,018	+0,130	0,090	+0,260	+0,245	+0,245	+0,070	+0,057	+0,070				
10	15,2	-0,023	-0,053	-0,038	+0,140	0,220	+0,287	+0,260	+0,250	+0,120	+0,107	+0,120				
15	22,8	-0,030	-0,078	-0,046	+0,107	0,420	+0,285	+0,233	+0,200	+0,235	+0,210	+0,215				
20	30,3	-0,043	-0,093	-0,053	+1,142	0,735	+0,535	+0,445	+0,393	+0,450	+0,410	+0,410				
25	37,9	-0,048	-0,108	-0,066	+2,040	1,080	+0,775	+0,645	+0,550	+0,720	+0,650	+0,695				
500 Lastwechsel zwischen 22 und 30 kN																
5	7,6	+0,012	-0,027	-0,037	+1,077	0,600	-0,145	-0,253	-0,305	+1,157	+1,165	+1,140				
25	37,9	-0,038	-0,108	-0,076	+2,372	1,310	+0,630	+0,445	+0,325	+1,290	+1,225	+1,230				
30	45,5	-0,050	-0,126	-0,083	+2,737	1,510	+0,660	+0,443	+0,295	+1,475	+1,403	+1,390				
35	53,1	-0,060	-0,146	-0,098	+3,222	1,790	+0,905	+0,645	+0,455	+1,787	+1,755	+1,700				
40	60,7	-0,026	-0,223	-0,158	+4,122	2,190	+1,465	+1,140	+0,905	+2,287	+2,205	+2,242				
500 Lastwechsel zwischen 34 und 46 kN																
45	68,3	-0,036	-0,243	-0,198	+4,692	2,670	+1,025	+0,135	-0,285	+3,835	+3,607	+3,682				
50	75,9	-0,038	-0,270	—	+5,162	2,960	+0,967	+0,010	-0,515	+4,065	+3,943	+3,895				
55	83,5	-0,048	-0,298	—	+5,694	3,290	+0,925	-0,167	-0,770	+4,375	+4,223	+4,170				
60	91,0	-0,060	-0,333	—	+6,342	3,710	+0,900	-0,303	-0,905	+4,775	+4,623	+4,530				
65	98,6	-0,100	-0,378	—	+7,062	4,200	+1,065	-0,235	-0,865	+5,365	+5,160	+5,095				
75	114															

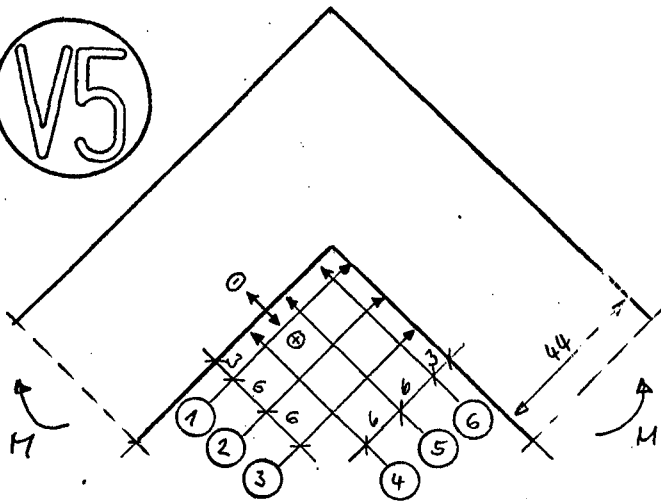
V5



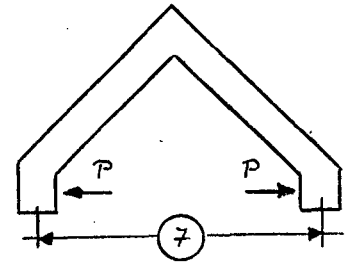
BETONDEHNUNG 10 cm SDM

P	$\frac{P}{P_{u,R}} \cdot 100$	1	2	3	4	5							
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[mm]							
2	1,5	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0							
5	3,7	-0,015	-0,020	-0,015	+0,005	0							
10	7,5	-0,025	0	-0,025	+0,005	0,005							
15	11,2	-0,040	-0,030	-0,025	-0,015	0,005							
20	15,0	-0,030	-0,050	-0,040	-0,020	0,030							
25	18,7	-0,035	-0,060	-0,045	-0,015	0,050							
30	22,4	-0,040	-0,070	-0,045	-0,005	0,080							
40	29,9	-0,055	-0,075	-0,045	+0,010	0,155							
50	37,4	-0,050	-0,075	-0,050	-0,010	0,245							
60	44,9	-0,050	-0,100	-0,055	-0,025	0,340							
70	52,4	-0,065	-0,110	-0,065	-0,035	0,425							
80	59,8	-0,070	-0,125	-0,080	-0,040	0,530							
90	67,3	-0,080	-0,135	-0,095	-0,045	0,615							
100 Lastwechsel zwischen 20 und 90 kN													
5	3,7	+0,010	-0,010	-0,015	-0,035	0,220							
10	7,5	0	-0,020	-0,025	-0,045	0,220							
90	67,3	-0,085	-0,145	-0,095	-0,055	0,695							
100	74,8	-0,115	-0,155	-0,110	-0,060	0,760							
120	83,8	-0,170	-0,220	-0,160	-0,020	0,995							
140	104,7	-0,135	-0,310	-0,205	+0,020	1,310							
160	119,7	+0,170	-0,420	-0,235	+0,010	1,915							
180	134,6	+1,765	-0,435	-0,135	+0,145	3,575							
187,5	140												

V5

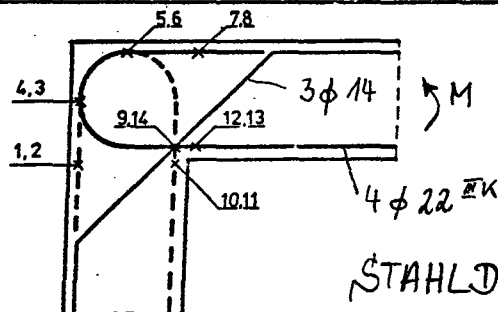


MESSUHREN



ROLLENGERÄT

P	$\frac{P}{P_{u,R}} \cdot 100$	1	2	3	4	5	6		7			
[kN]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[cm]			
2	1,5	+0,300	+0,325	+0,315	-0,900	-0,580	-0,550		0			
5	3,7	+0,195	+0,225	+0,245	-1,000	-0,780	-0,750		0,020			
10	7,5	+0,385	+0,375	+0,395	-0,740	-0,420	-0,410		0,050			
15	11,2	+0,275	+0,270	+0,275	-0,590	-0,265	-0,240		0,090			
20	15,0	+0,065	+0,085	+0,095	-0,420	-0,080	-0,045		0,140			
25	18,7	-0,125	-0,125	-0,115	-0,210	+0,155	+0,190		0,200			
30	22,4	-0,165	-0,155	-0,150	+0,130	+0,455	+0,490		0,280			
40	29,9	-0,240	-0,255	-0,235	+0,870	+1,210	+1,250		0,530			
50	37,4	-0,335	-0,380	-0,410	+1,540	+1,880	+1,910		0,760			
60	44,9	-0,405	-0,470	-0,515	+2,520	+2,840	+2,890		1,240			
70	52,4	-0,430	-0,505	-0,565	+3,240	+3,580	+3,590		1,470			
80	59,8	-0,470	-0,555	-0,645	+4,010	+4,360	+4,405		1,670			
90	67,3	-0,555	-0,670	-0,790	+4,630	+4,980	+5,040		2,040			
100 Lastwechsel zwischen 20 und 90 kN												
5	3,7	-0,890	-1,075	-1,295	+3,910	+3,100	+2,940		0,660			
10	7,5	-0,955	-1,135	-1,355	+2,990	+3,195	+3,040		0,660			
90	67,3	-0,445	-0,715	-0,895	+4,360	+4,650	+4,660		2,120			
100	74,8	-0,345	-0,615	-0,785	+4,400	+4,695	+4,750		2,370			
120	89,8	-0,045	-0,345	-0,485	+4,380	+4,745	+4,870		3,010			
140	104,7	+0,715	+0,525	+0,310	+3,760	+4,220	+4,650		3,770			
160	119,7	+1,865	+1,635	+1,425	+3,210	+2,760	+4,460		4,880			
180	134,6	+3,395	+3,155	+2,960	+1,690	+2,590	+4,040		7,190			
187,5	140											



DMS 9 und 14 auf den äußeren beiden Schrägstäben,
alle übrigen DMS auf den beiden inneren Stäben

STAHLDEHNUNGEN gemessen mit DMS

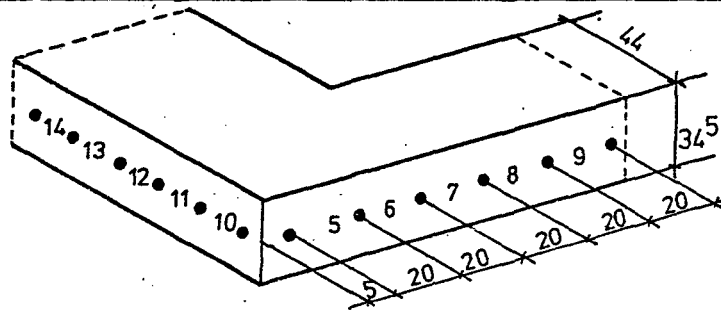
P	P/P _{u,R} · 100	10	11	12	13	Mittel 10-13	3	4	5	6	Mittel 3-6	1	2	7	8	Mittel 1,2,7,8	9	14	
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	
2	1,5	0,007	0,084	0,078	0,076	0,061	-0,001	0	-0,001	-0,001	-0,001	-0,004	-0,007	-0,007	-0,005	-0,006	0,007		
5	3,8	0,022	0,085	0,082	0,082	0,068	-0,005	-0,004	-0,003	-0,005	-0,005	-0,014	-0,015	-0,015	-0,012	-0,014	0,023		
10	7,6	0,053	0,112	0,104	0,108	0,094	-0,006	-0,006	-0,006	-0,005	-0,007	-0,029	-0,026	-0,029	-0,027	-0,027	0,072		
15	11,4	0,139	0,226	0,214	0,218	0,199	+0,052	+0,049	+0,047	+0,043	+0,048	+0,016	+0,019	+0,009	+0,010	+0,013	0,184		
20	15,1	0,176	0,236	0,237	0,241	0,222	0,039	0,037	0,037	0,032	0,036	-0,009	-0,007	-0,013	-0,011	-0,010	0,233		
30	22,7	0,304	0,378	0,375	0,369	0,357	0,019	0,018	0,018	0,009	0,016	-0,070	-0,064	-0,068	-0,068	-0,068	0,480		
40	30,3	0,500	0,552	0,531	0,512	0,524	+0,006	+0,006	+0,003	-0,007	0,002	-0,159	-0,137	-0,135	-0,138	-0,142	0,796		
50	37,9	0,675	0,708	0,690	0,673	0,686	+0,006	+0,005	0	-0,011	0	-0,215	-0,187	-0,182	-0,188	-0,193	1,034		
60	45,4	0,832	0,864	0,870	0,859	0,856	+0,005	+0,004	-0,004	-0,018	-0,003	-0,269	-0,236	-0,227	-0,236	-0,242	1,234		
70	53,0	0,996	1,025	1,045	1,039	1,026	+0,003	+0,004	-0,014	-0,027	-0,008	-0,328	-0,291	-0,276	-0,287	-0,295	1,412		
100 Lastwechsel zwischen 10 und 70 kN																			
5	3,8	0,267	0,318	0,337	0,342	0,316	+0,065	+0,075	+0,053	+0,049	+0,062	-0,017	0	-0,016	-0,011	-0,011	0,278		
10	7,6	0,292	0,302	0,327	0,334	0,314	0,062	0,069	0,050	0,045	0,056	-0,033	-0,015	-0,031	-0,026	-0,026	0,317		
70	53,0	1,034	1,052	1,084	1,109	1,070	0,020	0,029	-0,004	-0,016	0,007	-0,335	-0,284	-0,281	-0,290	-0,298	1,388		
80	60,6	1,150	1,146	1,179	1,206	1,170	0,015	0,028	-0,014	-0,023	0,001	-0,381	-0,343	-0,319	-0,329	-0,343	1,549		
100	75,7	1,432	1,434	1,460	1,476	1,451	+0,037	+0,073	-0,002	+0,028	0,034	-0,467	-0,444	-0,392	-0,400	-0,426	1,951		
120	90,8	1,839	1,876	1,872	1,872	1,865	+0,338	+0,354	+0,354	+0,330	0,344	-0,413	-0,408	-0,328	-0,364	-0,378	2,747		
140	106,0	2,376	2,444	2,395	2,462	2,419	0,423	0,459	0,507	0,445	0,458	-0,428	-0,408	-0,327	0,359	-0,380	4,171		
160	121,1	4,000	4,563	4,271	4,090	4,231	0,364	0,418	0,515	0,507	0,451	-0,108	-0,133	-0,127	-0,193	-0,140	—		
167,5	127																		

A28

ausgefallen

Meßstelle

V6

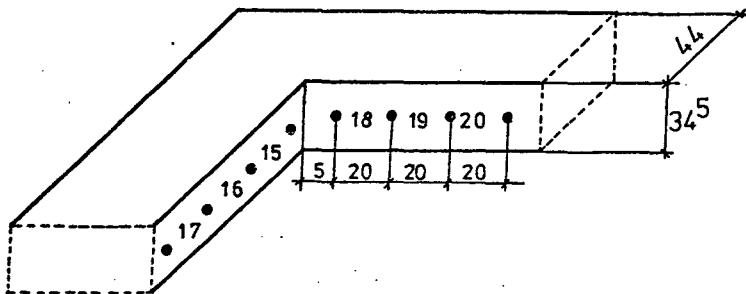


BETONDEHNUNGEN

20cm SETZDEHNUNGSMESSE

A29

P	P/P _{u,R} · 100	5	10	mittel	6	11	mittel	7	12	mittel	8	13	mittel	9	14	mittel			
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]			
2	1,5	-0,026	-0,005	-0,015	-0,001	-0,031	-0,020	0	-0,036	-0,018	-0,010	-0,010	0	0	-0,010	-0,005			
5	3,8	-0,026	-0,005	-0,015	-0,061	-0,036	-0,048	-0,020	-0,036	-0,028	-0,020	-0,020	-0,020	-0,010	-0,015	-0,013			
10	7,6	-0,046	-0,015	-0,031	-0,077	-0,056	-0,066	-0,041	-0,071	-0,056	-0,052	-0,026	-0,041	-0,036	-0,031	-0,033			
15	11,4	-0,046	-0,015	-0,031	-0,082	-0,071	-0,077	-0,071	-0,077	-0,074	-0,071	-0,061	-0,066	-0,056	-0,056	-0,056			
20	15,1	-0,051	-0,026	-0,038	-0,133	-0,087	-0,110	-0,092	-0,102	-0,097	-0,097	-0,087	-0,092	-0,071	-0,077	-0,074			
30	22,7	-0,066	-0,036	-0,051	-0,179	-0,138	-0,158	-0,158	-0,163	-0,161	-0,112	-0,153	-0,133	-0,122	-0,117	-0,120			
40	30,3	-0,051	-0,026	-0,038	-0,245	-0,199	-0,222	-0,163	-0,250	-0,207	-0,265	-0,250	-0,258	-0,179	-0,179	-0,179			
50	37,9	-0,061	-0,031	-0,046	-0,296	-0,245	-0,270	-0,306	-0,332	-0,319	-0,321	-0,352	-0,337	-0,235	-0,245	-0,240			
60	45,4	-0,066	-0,036	-0,051	-0,362	-0,296	-0,329	-0,383	-0,423	-0,403	-0,413	-0,418	-0,416	-0,286	-0,316	-0,301			
70	53,0	-0,077	-0,036	-0,056	-0,413	-0,357	-0,385	-0,439	-0,495	-0,467	-0,500	-0,500	-0,500	-0,347	-0,372	-0,360			
100 Lastwechsel zwischen 10 und 70 kN																			
5	3,8	-0,036	0	-0,018	-0,122	-0,097	-0,110	-0,092	-0,122	-0,107	-0,133	-0,112	-0,122	-0,061	-0,087	-0,074			
10	7,6	-0,036	+0,005	-0,015	-0,143	-0,092	-0,117	-0,128	-0,138	-0,133	-0,153	-0,148	-0,151	-0,082	-0,117	-0,099			
70	53,0	-0,061	-0,005	-0,033	-0,439	-0,362	-0,401	-0,474	-0,515	-0,495	-0,531	-0,541	-0,536	-0,357	-0,398	-0,378			
80	60,6	-0,077	-0,036	-0,056	-0,480	-0,299	-0,389	-0,531	-0,577	-0,554	-0,592	-0,592	-0,592	-0,398	-0,459	-0,429			
100	75,7	-0,092	-0,046	-0,069	-0,577	-0,505	-0,541	-0,663	-0,704	-0,684	-0,760	-0,714	-0,737	-0,510	-0,531	-0,520			
120	90,8	-0,056	-0,015	-0,036	-0,617	-0,551	-0,584	-0,740	-0,867	-0,804	-0,995	-0,888	-0,941	-0,607	-0,648	-0,628			
140	106,0	-0,163	-0,061	-0,112	-0,679	-0,454	-0,566	-0,934	-1,133	-1,033	-1,276	-1,107	-1,191	-0,714	-0,781	-0,747			
160	121,1	-0,215	-0,138	-0,179	-0,332	-0,185	-0,260	-1,735	-1,316	-1,276	-1,551	-1,462	-1,510	-0,867	-0,893	-0,880			
167,5	127																		

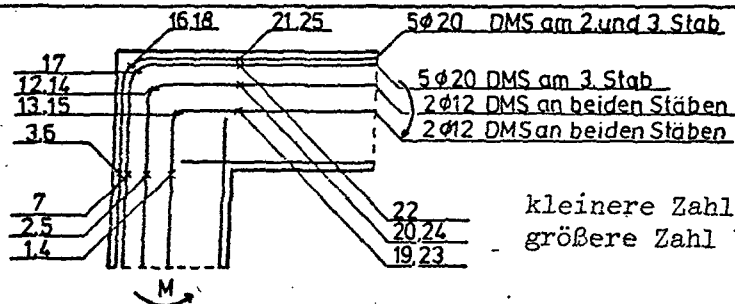


BETONDEHNUNGEN

20 cm SETZDEHNUNGSMESSE

A30

P	P/P _{u,R} · 100	15	18	Mittel	16	19	Mittel	17	20	Mittel								
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]														
2	1,5	0	0	0	0,005	0	0,003	0	0	0								
5	3,8	-0,010	0,010	0	0,020	0	0,010	0,010	0,010	0,010								
10	7,6	0	0,026	0,013	0,026	0,026	0,026	0,026	0,010	0,018								
15	11,4	0,041	0,051	0,046	0,066	0,066	0,066	0,051	0,051	0,051								
20	15,1	0,071	0,061	0,066	0,087	0,071	0,079	0,066	0,051	0,059								
30	22,7	0,163	0,168	0,166	0,168	0,189	0,179	0,133	0,082	0,107								
40	30,3	0,408	0,398	0,403	0,301	0,388	0,344	0,306	0,163	0,235								
50	37,9	0,577	0,541	0,559	0,449	0,699	0,574	0,520	0,316	0,418								
60	45,4	0,714	0,658	0,686	0,602	0,923	0,763	0,709	0,423	0,566								
70	53,0	0,857	0,731	0,794	0,781	1,194	0,987	0,903	0,526	0,714								
100 Lastwechsel zwischen 10 und 70 kN																		
5	3,8	0,209	0,209	0,209	0,199	0,383	0,291	0,245	0,122	0,184								
10	7,6	0,224	0,321	0,273	0,230	0,194	0,212	0,265	0,133	0,199								
70	53,0	0,857	0,781	0,819	0,842	1,306	1,074	0,969	0,541	0,755								
80	60,6	0,985	0,872	0,929	0,939	1,469	1,204	1,071	0,607	0,839								
100	75,7	1,194	1,051	1,122	1,194	1,827	1,510	1,327	0,750	1,038								
120	90,8	1,449	1,306	1,378	1,449	2,291	1,870	1,704	0,883	1,293								
140	106,0	1,857	1,663	1,760	1,709	2,679	2,194	2,026	1,117	1,571								
160	121,1	2,980	2,566	2,773	1,878	3,051	2,464	2,474	1,612	2,043								
167,5	127																	

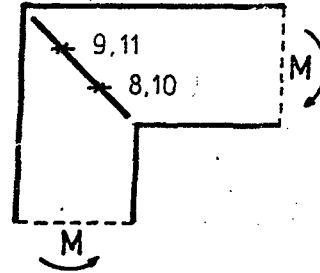


STAHLDEHNUNGEN gemessen mit DMS

kleinere Zahl beim Betonieren unten
größere Zahl beim Betonieren oben

A32

P	P/P _{uR} · 100	21	25	3	6	Mittel	7	22	Mittel	2	5	20	24	Mittel	1	4	19	23	Mittel
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	4, 19, 23
5	0,5	-0,046	0,017	0,002	0,003	-0,006	0	0,012	0,006	0	-0,004	-0,001	-0,005	-0,003	-0,005	-0,008	-0,003	-0,002	0,004
20	5,2	-0,018	0,048	0,035	0,035	+0,025	0,026	0,039	0,033	0,015	0,013	0,023	0,011	0,016	-0,011	-0,007	0,005	0,003	0,000
40	10,3	0,057	0,112	0,087	0,086	0,086	0,070	0,088	0,079	0,033	0,058	0,049	0,023	0,041	-0,011	0,001	0,002	0,014	0,006
60	15,5	0,128	0,209	0,190	0,193	0,180	0,172	0,183	0,178	0,041	0,186	0,060	0,033	0,080	0,014	0,066	0,029	0,043	0,026
90	23,3	0,388	0,403	0,367	0,357	0,379	0,329	0,412	0,371	0,056	0,204	0,094	0,163	0,129	-0,006	0,058	0,046	0,062	0,055
120	31,0	0,543	0,537	0,538	0,517	0,534	0,487	0,479	0,483	0,200	0,285	0,301	0,252	0,260	0	0,071	0,054	0,034	0,053
150	38,7	0,654	0,710	0,703	0,676	0,686	0,642	0,664	0,653	0,317	0,392	0,551	0,427	0,422	0,024	0,105	0,184	0,133	0,141
180	46,5	0,827	0,886	0,861	0,827	0,850	0,795	0,830	0,813	0,438	0,486	0,721	0,561	0,552	0,051	0,179	0,293	0,226	0,233
200	51,5	0,941	0,995	0,965	0,927	0,957	0,895	0,916	0,906	0,514	0,543	0,807	0,633	0,624	0,060	0,253	0,335	0,274	0,287
220	56,9	1,106	1,157	1,063	1,022	1,087	0,986	1,077	1,032	0,582	0,597	0,882	0,747	0,702	0,063	0,300	0,386	0,363	0,350
100 Lastwechsel zwischen 55 und 220 kN																			
5	0,5	0,146	0,241	0,189	0,180	0,189	0,176	0,231	0,204	0,110	0,124	0,115	0,141	0,123	0,030	0,139	0,062	0,121	0,107
60	15,5	0,368	0,478	0,415	0,397	0,415	0,384	0,439	0,412	0,242	0,249	0,299	0,280	0,268	0,044	0,171	0,122	0,173	0,155
150	38,7	0,826	0,883	0,812	0,778	0,825	0,748	0,720	0,734	0,480	0,484	0,637	0,544	0,536	0,082	0,301	0,327	0,315	0,314
220	56,9	1,133	1,192	1,116	1,069	1,128	1,036	1,084	1,060	0,690	0,674	0,913	0,754	0,758	0,133	0,382	0,474	0,425	0,427
260	67,2	1,342	1,396	1,293	1,246	1,319	1,209	1,307	1,258	0,811	0,783	1,072	0,898	0,891	0,151	0,414	0,543	0,487	0,481
300	77,5	1,670	1,693	1,533	1,467	1,591	1,424	1,526	1,476	0,976	0,913	1,220	1,025	1,034	0,184	0,460	0,511	0,539	0,520
340	87,9	2,085	2,145	1,959	1,817	2,002	1,791	1,871	1,831	1,249	1,122	1,419	1,209	1,250	0,352	0,594	0,609	0,667	0,611
375	97																		



DMS auf dem Eckbügel in
den Drittelpunkten

kleinere Zahl beim Betonieren unten
größere Zahl beim Betonieren oben

STAHLDEHNUNGEN

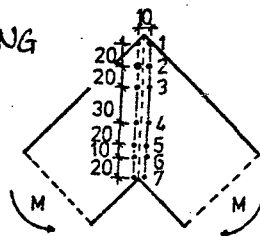
gemessen mit DMS

A33

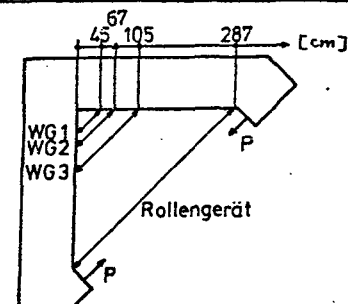
P	P/P _{0,R} ·100	16	18	Mittel 16,18	17	12	14	Mittel 12,14	13	15	Mittel 13,15	8	10	Mittel	9	11	Mittel		
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]		
5	0,5	-0,001	-0,002	-0,002	-0,002	-0,007	-0,001		0,002	-0,001		-0,013	-0,011	-0,012	-0,010	-0,004	-0,007		
20	5,2	0,003	0,007	0,008	0,012	0,015	0,016		0,014	0,014		-0,038	-0,034	-0,036	-0,026	-0,015	-0,021		
40	10,3	0,010	0,006	0,008	0,018	0,040	0,018		0,058	0,020		-0,076	-0,068	-0,072	-0,048	-0,035	-0,042		
60	15,5	0,035	0,018	0,027	0,050	0,081	0,028		0,074	0,016		-0,106	-0,092	-0,099	-0,060	-0,052	-0,056		
90	23,3	0,148	0,113	0,134	0,294	0,548	0,096		0,856	0,263		-0,272	-0,231	-0,252	-0,247	-0,274	-0,261		
120	31,0	0,195	0,168	0,182	0,392	0,670	0,132		1,284	0,436		-0,403	-0,391	-0,397	-0,324	-0,403	-0,364		
150	38,7	0,254	0,226	0,240	0,492	0,770	0,161		1,692	0,543		-0,550	-0,540	-0,545	-0,373	-0,494	-0,433		
180	46,5	0,339	0,315	0,327	0,599	0,840	0,198		1,985	0,609		-0,719	-0,678	-0,699	-0,450	-0,571	-0,511		
200	51,5	0,392	0,370	0,381	0,675	0,869	0,213		2,101	0,636		-0,835	-0,779	-0,807	-0,517	-0,644	-0,581		
220	56,9	0,445	0,433	0,439	0,750	0,904	0,233		2,185	0,654		-0,939	-0,879	-0,909	-0,592	-0,735	-0,664		
100 Lastwechsel zwischen 55 und 220 kN																			
5	0,5	0,120	0,125	0,123	0,217	0,183	0,037		0,891	0,079		-0,213	-0,006	-0,107	-0,220	-0,205	-0,213		
60	15,5	0,197	0,204	0,201	0,346	0,265	-0,009		1,003	0,094		-0,420	-0,174	-0,297	-0,327	-0,339	-0,333		
150	38,7	0,373	0,388	0,381	0,608	0,487	0,081		1,427	0,257		-0,762	-0,500	-0,631	-0,517	-0,601	-0,559		
220	56,9	0,490	0,506	0,498	0,795	0,735	0,279		1,892	0,518		-0,973	-0,711	-0,842	-0,623	-0,768	-0,696		
260	67,2	0,573	0,591	0,582	0,934	0,882	0,308		2,159	0,668		-1,131	-0,872	-1,002	-0,729	-0,891	-0,810		
300	77,5	0,734	0,737	0,736	1,134	1,028	0,432		2,265	0,738		-1,354	-1,076	-1,215	-0,922	-1,045	-0,984		
340	87,9	0,951	0,891	0,921	1,383	1,220	0,600		2,677	0,889		-1,748	-1,385	-1,567	-1,265	-1,302	-1,284		
375	97																		



BETONDEHNUNG
10 cm SDH

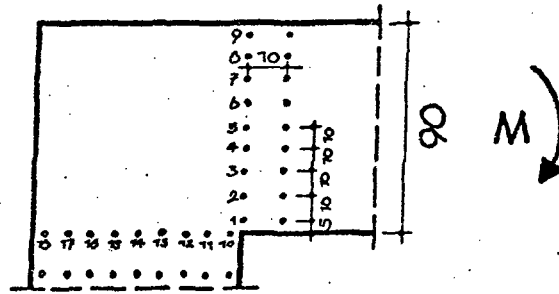


BIEGELINIE



P	P/P _{0,R} · 100	1	2	3	4	5	6	7						WG 1	WG 2	WG 3	Rollen- gerät			
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]						[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			
5	0,5	0,05	0,05	0,04	-0,03	-0,35	0,04	0						0,012	0	0,025	0,10			
20	5,2	0,04	0,05	0,04	0	-0,33	0,02	-0,23						0,093	0,105	0,245	0,90			
40	10,3	0,02	0,10	0,14	0,06	-0,33	0,01	-0,51						0,232	0,393	0,614	2,10			
60	15,5	0,06	0,31	0,37	0,08	-0,28	0,06	-0,84						0,441	0,629	1,080	3,75			
90	23,3	0,06	1,49	2,84	2,28	0,88	0,61	-1,35						0,858	1,206	2,086	7,10			
120	31,0	0,09	1,85	3,75	3,59	1,59	0,90	-1,93						1,252	1,783	3,044	10,4			
150	38,7	0,09	2,10	4,30	4,68	2,21	1,15	-2,54						1,658	2,413	4,026	13,7			
180	46,5	0,12	2,33	4,69	5,43	2,76	1,39	-3,15						2,087	3,042	5,056	17,2			
200	51,5	0,16	2,55	4,98	5,88	3,11	1,55	-3,58						2,411	3,514	5,842	19,6			
220	56,9	0,17	2,66	5,16	6,23	3,46	1,67	-4,07						2,748	3,986	6,603	22,0			
100 Lastwechsel zwischen 55 und 220 kN																				
5	0,5	0,23	0,99	1,87	2,26	1,48	1,48	+0,22						0,730	0,970	1,593	5,1			
60	15,5	0,25	1,40	2,69	3,03	1,46	1,01	-2,12						1,333	1,836	3,044	9,8			
150	38,7	0,31	2,30	4,02	4,73	2,60	1,40	-3,72						2,411	3,462	5,768	18,3			
220	56,9	0,32	2,63	4,95	5,96	3,43	1,75	-4,49						3,095	4,458	7,339	23,3			
260	67,2	0,37	2,94	5,53	6,65	3,94	2,00	-5,10						3,605	5,219	8,567	27,9			
300	77,5	0,46	3,18	6,12	6,95	4,22	2,16	-6,14						4,452	6,478	10,457	33,5			
340	87,9	0,51	3,48	7,31	7,98	4,68	2,17	-7,83						5,854	8,419	13,476	42,1			
375	97																			

A 34

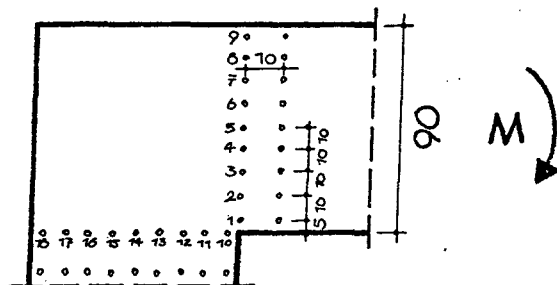


BETONDEHNUNGEN

10 cm SETZDEHNUNGSMESSE

P	P/P _{u,R} · 100	18	9	Mittel	17	8	Mittel	16	7	Mittel	15	6	Mittel	14	5	Mittel	13	4	Mittel
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]						
5	0,5	0,08	0,05	0,065	0,04	0,03	0,035	0,02	0,04	0,030	0,02	0	0,010				0	0,005	0,003
20	5,2	0,14	0,09	0,115	0,04	0,05	0,045	0,01	0,02	0,015	0,03	-0,01	0,010				-0,011	-0,002	-0,007
40	10,3	0,23	0,14	0,185	0,08	0,12	0,100	0,02	0,05	0,035	0,07	0	0,035				-0,025	-0,015	-0,020
60	15,5	0,25	0,23	0,230	0,17	0,06	0,115	0,12	-0,02	0,050	0,13	0,02	0,075				-0,025	-0,024	-0,025
90	23,3	0,56	0,48	0,520	0,29	0,19	0,240	0,08	+0,02	0,050	0,11	0,01	0,06				-0,050	-0,045	-0,048
120	31,0	0,73	0,67	0,700	0,58	0,49	0,535	0,23	-0,04	0,145	0,13	0	0,065				-0,055	-0,053	-0,054
150	38,7	0,87	0,84	0,855	0,73	0,69	0,710	0,75	-0,11	0,320	0,50	0,06	0,280				-0,051	-0,057	-0,054
180	46,5	1,05	1,04	1,045	0,89	0,92	0,905	1,11	-0,01	0,550	0,76	0,17	0,465				-0,051	-0,050	-0,051
200	51,5	1,15	1,20	1,175	0,98	1,08	1,030	1,30	+0,13	0,715	0,90	0,17	0,535				-0,062	-0,051	-0,057
220	56,9	1,23	1,31	1,270	1,04	1,23	1,135	1,40	+0,28	0,840	1,07	0,26	0,630				-0,064	-0,055	-0,060
100 Lastwechsel zwischen 55 und 220 kN																			
5	0,5	0,26	0,31	0,29	0,19	0,31	0,250	0,26	0,13	0,195	0,23	0,14	0,190						
60	15,5	0,52	0,58	0,55	0,44	0,58	0,510	0,59	0,26	0,425	0,43	0,21	0,320						
150	38,7	0,95	1,07	1,010	0,82	1,07	0,945	1,11	0,64	0,875	0,84	0,39	0,615						
220	56,9	1,23	1,38	1,305	1,11	1,40	1,255	1,52	0,82	1,170	1,14	0,49	0,815				-0,013	-0,059	-0,036
260	67,2	1,43	1,61	1,520	1,31	1,64	1,475	1,79	0,97	1,380	1,34	0,59	0,965				-0,003	-0,062	-0,033
300	77,5	1,68	1,90	1,790	1,55	2,02	1,785	2,05	1,33	1,690	1,45	0,82	1,135				+0,005	-0,071	-0,033
340	87,9	2,00	2,29	2,145	1,80	2,50	2,150	2,40	1,82	2,110	1,67	1,17	1,420				-0,073	-0,066	-0,070
375	97																		

A 35



BETONDEHNUNGEN

10 cm SETZDEHNUNGSMESSER

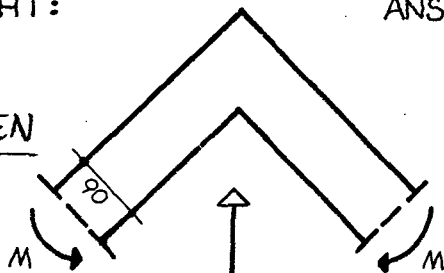
P	P/P _{0,R} · 100	12	3	Mittel	11	2	Mittel	10	1	Mittel									
[kN]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]									
5	0,5	0,05	0,03	0,040	0,03	0,02	0,025	0,01	0,03	0,020									
20	5,2	0,01	-0,05	-0,020	0	-0,07	-0,035	-0,06	-0,09	-0,075									
40	10,3	-0,02	-0,08	-0,050	-0,07	-0,09	-0,080	-0,16	-0,13	-0,145									
60	15,5	-0,02	-0,07	-0,045	-0,11	-0,10	-0,105	-0,23	-0,24	-0,265									
90	23,3	-0,05	-0,11	-0,080	-0,18	-0,18	-0,180	-0,47	-0,37	-0,420									
120	31,0	-0,11	-0,10	-0,105	-0,26	-0,23	-0,245	-0,71	-0,57	-0,640									
150	38,7	-0,19	-0,21	-0,200	-0,38	-0,35	-0,365	-0,97	-0,81	-0,890									
180	46,5	-0,22	-0,21	-0,215	-0,48	-0,43	-0,455	-1,21	-1,01	-1,110									
200	51,5	-0,27	-0,25	-0,260	-0,57	-0,47	-0,520	-1,41	-1,17	-1,290									
220	56,9	-0,34	-0,31	-0,325	-0,68	-0,56	-0,620	-1,64	-1,37	-1,505									
100 Lastwechsel zwischen 55 und 220 kN																			
5	0,5	-0,10	-0,15	-0,165	-0,48	-0,23	-0,355	-0,69	-0,56	-0,625									
60	15,5	-0,29	-0,23	-0,260	-0,76	-0,39	-0,575	-0,96	-0,79	-0,875									
150	38,7	-0,38	-0,27	-0,325	-0,85	-0,59	-0,720	-1,56	-1,30	-1,430									
220	56,9	-0,38	-0,27	-0,325	-0,80	-0,65	-0,725	-1,84	-1,58	-1,710									
260	67,2	-0,44	-0,29	-0,365	-0,94	-0,73	-0,835	-2,12	-1,84	-1,980									
300	77,5	-0,55	-0,40	-0,475	-1,24	-0,95	-1,095	-2,71	-2,39	-2,550									
340	87,9	-0,79	-0,55	-0,670	-1,92	-1,28	-1,600	-3,86	-2,81	-3,335									
375	97																		

A 36



DRAUFSICHT:

BETON -
DEHNUNGEN

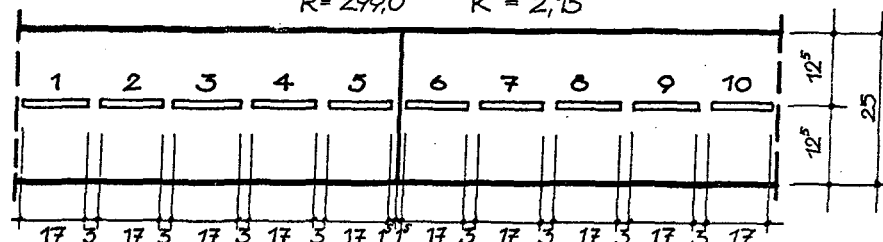


ANSICHT:

BETON - DMS

150/300
R = 299,0

LP 21
K = 2,15

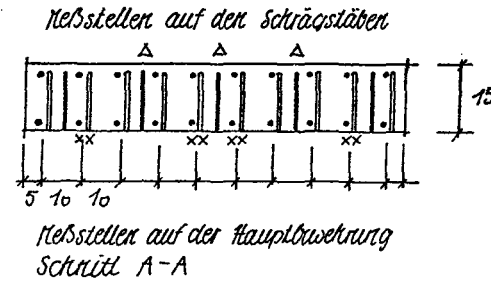
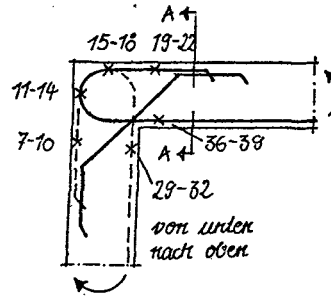


P	P/P _{0,2} · 100	5	6	Mittel	4	7	Mittel	3	8	Mittel	2	9	Mittel	1	10	Mittel			
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]			
5	0,5	-0,014	-0,013	-0,014	-0,015	-0,013	-0,014	-0,013	-0,012	-0,013	-0,014	-0,014	-0,014	-0,013	-0,014	-0,014			
20	5,2	-0,057	-0,056	-0,057	-0,063	-0,053	-0,058	-0,051	-0,047	-0,049	-0,050	-0,058	-0,054	-0,048	-0,047	-0,048			
40	10,3	-0,129	-0,126	-0,128	-0,144	-0,117	-0,131	-0,113	-0,103	-0,108	-0,108	-0,128	-0,118	-0,106	-0,103	-0,106			
60	15,5	-0,221	-0,215	-0,218	-0,242	-0,196	-0,219	-0,184	-0,169	-0,177	-0,174	-0,205	-0,190	-0,170	-0,165	-0,168			
90	23,3	-0,363	-0,359	-0,361	-0,400	-0,322	-0,361	-0,299	-0,278	-0,289	-0,281	-0,331	-0,306	-0,272	-0,266	-0,269			
120	31,0	-0,507	-0,506	-0,507	-0,558	-0,452	-0,505	-0,415	-0,391	-0,403	-0,393	-0,460	-0,427	-0,381	-0,365	-0,373			
150	38,7	-0,662	-0,665	-0,663	-0,725	-0,589	-0,657	-0,535	-0,509	-0,522	-0,508	-0,593	-0,551	-0,486	-0,465	-0,476			
180	46,5	-0,823	-0,839	-0,831	-0,897	-0,733	-0,815	-0,658	-0,633	-0,646	-0,623	-0,727	-0,675	-0,591	-0,567	-0,579			
200	51,5	-0,947	-0,972	-0,960	-1,027	-0,842	-0,935	-0,750	-0,728	-0,739	-0,709	-0,827	-0,768	-0,667	-0,639	-0,653			
220	56,9	-1,075	-1,106	-1,091	-1,159	-0,951	-1,055	-0,841	-0,821	-0,831	-0,790	-0,924	-0,857	-0,740	-0,710	-0,725			
100 Lastwechsel zwischen 55 und 220 kN																			
5	0,5																		
60	15,5																		
150	38,7																		
220	56,9	-1,198	-1,243	-1,221	-1,269	-1,020	-1,145	-0,864	-0,869	-0,867	-0,793	-0,965	-0,879	-0,740	-0,717	-0,728			
260	67,2	-1,490	-1,545	-1,518	-1,548	-1,255	-1,402	-1,052	-1,073	-1,063	-0,964	-1,167	-1,066	-0,890	-0,873	-0,889			
300	77,5	-1,765	-1,802	-1,784	-1,781	-1,449	-1,615	-1,215	-1,240	-1,218	-1,121	-1,325	-1,223	-1,018	-1,001	-1,010			
340	87,9	-2,398	-2,352	-2,375	-2,215	-1,775	-1,935	-1,473	-1,513	-1,493	-1,355	-1,566	-1,461	-1,193	-1,187	-1,190			
375	97	-	-																

A37



STAHLDEHNUNGEN gemessen mit DMS



P	P/P _{u,R} · 100	29	30	31	32	Mittel 29-32	36	37	38	39	Mittel 36-39	Mittel 29-32 36-39	15	16	17	18	Mittel 15-18		
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]		
0	0																		
1	1.8	0,013	0,000	0,004	0,006	0,000	0	0	0,002	0,001	0,001	0,005	-0,002	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001		
5	8.9	0,047	0,050	0,047	0,046	0,048	0,031	0,033	0,031	0,036	0,033	0,041	-0,007	-0,010	-0,008	-0,006	-0,006		
10	17.7	0,098	0,111	0,111	0,111	0,081	0,075	0,081	0,084	0,085	0,081	0,095	-0,012	-0,017	-0,014	-0,010	-0,013		
15	26.6	0,232	0,261	0,303	0,317	0,278	0,198	0,226	0,249	0,236	0,227	0,253	-0,019	-0,021	-0,020	-0,009	-0,017		
20	35.4	0,443	0,464	0,533	0,550	0,503	0,453	0,461	0,539	0,496	0,487	0,495	-0,007	-0,010	-0,008	+0,032	+0,001		
25	44.3	0,679	0,663	0,741	0,701	0,696	0,678	0,715	0,776	0,724	0,723	0,710	+0,034	+0,024	+0,005	+0,092	+0,074		
30	53.1	0,900	0,847	0,910	0,909	0,892	0,869	0,948	0,981	0,953	0,938	0,915	+0,082	+0,119	+0,119	+0,134	+0,114		
100 Lastwechsel zwischen 5 und 30 kN																			
0	0	0,226	0,155	0,137	0,091	0,152	0,260	0,295	0,271	0,220	0,262	0,207	0,097	0,096	0,091	0,056	0,056		
10	17.7	0,431	0,353	0,344	0,340	0,368	0,436	0,491	0,481	0,426	0,459	0,474	0,102	0,101	0,102	0,076	0,095		
30	53.1	0,977	0,908	0,944	0,998	0,958	0,959	1,045	1,075	1,041	1,030	0,994	0,128	0,143	0,148	0,150	0,142		
35	62.0	1,147	1,056	1,118	1,195	1,129	1,140	1,215	1,237	1,258	1,200	1,165	0,154	0,164	0,171	0,194	0,171		
40	70.8	1,353	1,246	1,323	1,411	1,333	1,293	1,432	1,443	1,481	1,412	1,373	0,206	0,209	0,217	0,314	0,237		
45	79.7	1,751	1,593	1,657	1,805	1,702	1,701	1,941	1,776	1,949	1,842	1,772	0,408	0,367	0,496	0,611	0,471		
50	88.5	2,328	2,007	3,021	3,184	2,845	2,727	3,647	2,779	3,497	3,071	3,028	0,609	0,472	0,562	0,809	0,613		
52.3	93																		

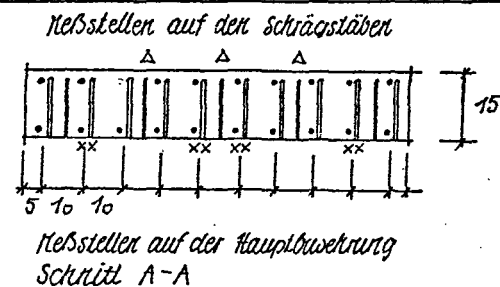
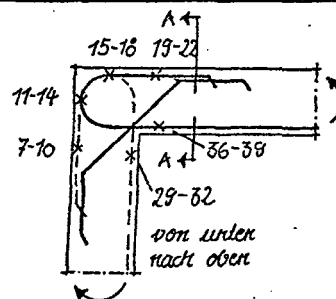
A38



STAHLDEHNUNGEN

gemessen mit

DMS



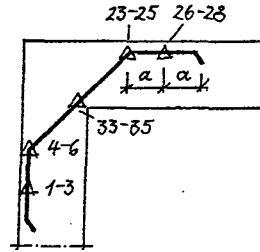
P	P/P _{u,R} · 100	11	12	13	14	Mittel 11-14	Mittel 15-18 11-14	19	20	21	22	Mittel 19-22	7	8	9	10	Mittel 7-10	Mittel 19-22 7-10	
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
0	0																		
1	1,8	-0,004	-0,004	+0,003	-0,004	-0,002	-0,002	-0,009	-0,009	-0,005	-0,002	-0,006	-0,004	-0,006	-0,003	+0,003	-0,003	-0,004	
5	8,9	-0,010	-0,010	-0,006	-0,008	-0,009	-0,009	-0,036	-0,026	-0,027	+0,022	-0,026	-0,026	-0,025	-0,024	-0,025	-0,025	-0,027	
10	17,7	-0,016	-0,011	-0,013	-0,015	-0,014	-0,014	-0,063	-0,057	-0,051	-0,049	-0,055	-0,052	-0,056	-0,049	-0,062	-0,056	-0,056	
15	26,6	-0,021	-0,016	-0,019	-0,019	-0,019	-0,018	-0,110	-0,102	-0,096	-0,095	-0,101	-0,096	-0,103	-0,094	-0,122	-0,104	-0,103	
20	35,4	-0,015	-0,010	-0,016	-0,019	-0,016	-0,006	-0,144	-0,150	-0,126	-0,129	-0,138	-0,127	-0,139	-0,126	-0,178	-0,143	-0,141	
25	44,3	0,020	0,002	+0,040	+0,047	+0,027	+0,051	-0,172	-0,175	-0,146	-0,170	-0,166	-0,150	-0,160	-0,144	-0,194	-0,162	-0,164	
30	53,1	0,141	0,063	+0,177	+0,176	+0,140	+0,127	-0,166	-0,193	-0,164	-0,159	-0,176	-0,166	-0,169	-0,146	-0,215	-0,174	-0,175	
100 Lastwechsel zwischen 5 und 30 kN																			
0	0	0,217	0,158	0,223	0,199	0,199	0,143	-0,002	+0,012	+0,015	+0,039	+0,016	-0,009	+0,007	+0,014	+0,009	+0,004	+0,010	
10	17,7	0,221	0,148	0,242	0,211	0,226	0,161	-0,067	-0,051	-0,052	-0,023	-0,046	-0,067	-0,053	-0,042	-0,053	-0,054	-0,057	
30	53,1	0,261	0,172	0,269	0,259	0,245	0,194	-0,163	-0,165	-0,144	-0,124	-0,149	-0,149	-0,145	-0,120	-0,164	-0,150	-0,150	
35	62,0	0,300	0,210	0,366	0,274	0,289	0,230	-0,166	-0,166	-0,169	-0,139	-0,171	-0,165	-0,156	-0,136	-0,179	-0,159	-0,165	
40	70,8	0,315	0,267	0,443	0,343	0,362	0,301	-0,194	-0,156	-0,166	-0,170	-0,175	-0,166	-0,170	-0,140	-0,195	-0,166	-0,172	
45	79,7	0,633	0,563	0,660	0,507	0,591	0,531	-0,144	-0,077	+0,031	-0,012	-0,051	-0,076	+0,073	+0,153	+0,003	+0,023	-0,014	
50	88,5	1,075	0,675	1,053	0,729	0,663	0,746	+0,053	-0,134	+0,091	+0,133	+0,061	+0,267	+0,173	+0,237	+0,236	+0,215	+0,136	
52,3	93																		

A39



STAHLDEHNUNG

gemessen mit
DMG



P	P/P _{u,R} · 100	1	2	3	Mittel 1-3	26	27	28	Mittel 26-28	Mittel 1-3 26-28	4	5	6	Mittel 4-6	23	24	25	Mittel 23-25	Mittel 4-6 23-25
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
0	0																		
1	1,8	-0,004	-0,004	-0,001	-0,003	-0,001	-0,004	-0,004	-0,003	-0,003	-0,001	+0,007	-0,002	+0,001	-0,002	+0,003	-0,003	-0,001	0
5	8,9	-0,023	-0,016	-0,016	-0,018	-0,019	-0,018	-0,018	-0,018	-0,018	-0,010	+0,001	-0,009	-0,006	-0,013	-0,005	-0,011	-0,010	-0,008
10	17,7	-0,040	-0,043	-0,036	-0,040	-0,038	-0,037	-0,038	-0,038	-0,039	-0,017	-0,011	-0,017	-0,015	-0,025	-0,014	-0,020	-0,020	-0,013
15	26,6	-0,076	-0,064	-0,072	-0,073	-0,071	-0,074	-0,076	-0,074	-0,076	-0,032	-0,024	-0,034	-0,030	-0,050	-0,030	-0,036	-0,039	-0,035
20	35,4	-0,105	-0,114	-0,106	-0,108	-0,105	-0,113	-0,113	-0,110	-0,109	-0,004	-0,026	-0,026	-0,019	-0,050	-0,006	-0,023	-0,026	-0,023
25	44,3	-0,129	-0,135	-0,122	-0,129	-0,125	-0,142	-0,144	-0,137	-0,133	+0,039	+0,020	+0,075	+0,045	-0,036	+0,044	+0,022	-0,010	+0,018
30	53,1	-0,136	-0,156	-0,152	-0,141	-0,141	-0,161	-0,167	-0,156	-0,149	+0,125	+0,091	+0,136	+0,117	-0,019	+0,145	+0,105	+0,077	+0,097
100 Lastwechsel zwischen 5 und 30 kN																			
0	0	-0,007	-0,012	0	-0,010	+0,004	-0,001	+0,002	+0,002	-0,004	+0,173	0,215	0,156	0,182	+0,059	0,182	0,164	+0,135	+0,159
10	17,7	-0,053	-0,062	-0,041	-0,052	-0,046	-0,052	-0,051	-0,051	-0,052	+0,163	0,214	0,156	0,176	0,035	0,174	0,149	+0,119	+0,149
30	53,1	-0,126	-0,143	-0,119	-0,129	-0,132	-0,157	-0,152	-0,147	-0,138	+0,204	0,255	0,180	0,213	0,021	0,211	0,174	+0,135	+0,174
35	62,0	-0,135	-0,162	-0,127	-0,141	-0,157	-0,179	-0,161	-0,172	-0,157	+0,241	0,555	0,204	0,333	0,032	0,260	0,195	+0,162	+0,247
40	70,8	-0,151	-0,173	-0,136	-0,154	-0,170	-0,193	-0,169	-0,184	-0,169	+0,502	0,712	0,242	0,485	0,086	0,315	0,240	+0,214	+0,350
45	79,7	-0,136	-0,155	-0,125	-0,139	-0,161	-0,136	-0,106	-0,141	-0,113	+0,502	0,833	0,409	0,601	0,238	0,427	0,338	+0,341	+0,477
50	88,5	+0,119	+0,015	+0,070	+0,065	-0,042	+0,196	+0,216	+0,123	+0,096	+0,750	1,143	0,640	0,844	0,455	1,030	0,279	+0,588	+0,716
52,3	93																		

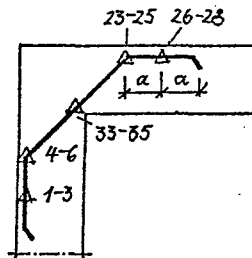
A 40



STAHLDEHNUNGEN

gemessen mit

DMS

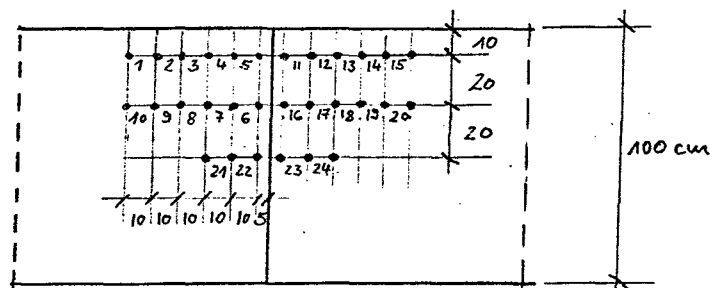
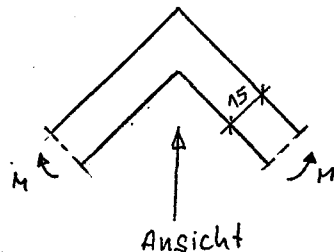


P	P/P _{u,R} · 100	33	34	35	Mittel 33-35														
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]														
0	0																		
1	1,8	0,003	0,006	0,004	0,004														
5	8,9	0,045	0,042	0,035	0,041														
10	17,7	0,105	0,100	0,092	0,102														
15	26,6	0,261	0,289	0,250	0,267														
20	35,4	0,470	0,517	0,486	0,491														
25	44,3	0,679	0,733	0,640	0,684														
30	53,1	0,825	0,881	0,779	0,826														
100 Lastwechsel zwischen 5 und 30 kN																			
0	0	0,034	0,059	0,004	0,052														
10	17,7	0,314	0,310	0,231	0,265														
30	53,1	0,856	0,885	0,766	0,836														
35	62,0	0,998	1,039	0,920	0,966														
40	70,8	1,165	1,196	1,083	1,148														
45	79,7	1,544	1,623	1,427	1,531														
50	88,5	2,446	2,756	2,435	2,546														
52,3	93																		

A 47



Betondehnung
Innenseite
10 cm SDM

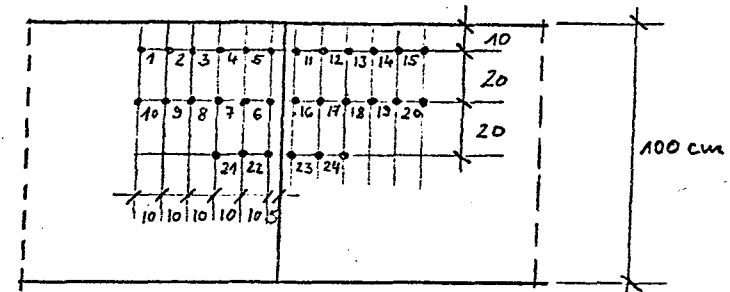
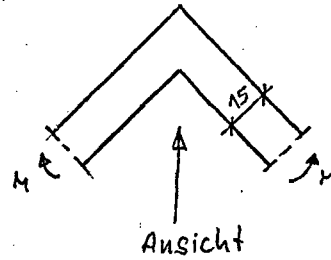


P	P/P _{u,R} · 100	1	10	15	20	Mittel	2	9	14	19	Mittel	3	8	13	18	Mittel			
[kN]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	1,8	0,013	0,002	0,001	0,012	0,007	0,014	0,004		0,006	0,008	0,005	0,004	0,007	0,004	0,005			
5	8,9	0,006	0,006	0,001	0,011	0,006	0,012	0,008	ausgefallen	0,011	0,010	0,009	0,009	0,010	0,005	0,008			
10	17,7	0,005	0,001	0,003	0,003	0,003	0,010	0,004		0,002	0,005	0,005	0,007	0,011	0,005	0,007			
15	26,6	0,015	0,011	0,008	0,007	0,010	0,020	0,001		0,012	0,011	0,014	0,026	0,026	0,019	0,021			
20	35,4	0,051	0,039	0,038	0,027	0,039	0,052	0,022		0,043	0,039	0,067	0,067	0,091	0,067	0,073			
25	44,3	0,071	0,058	0,062	0,039	0,058	0,060	0,033		0,070	0,054	0,082	0,087	0,138	0,086	0,098			
30	53,1	0,119	0,103	0,103	0,079	0,101	0,107	0,075		0,121	0,101	0,131	0,132	0,204	0,125	0,148			
100 Lastwechsel zwischen 5 und 30 kN																			
0	0	0,029	0,020	0,019	0,011	0,020	0,014	0,006		0,027	0,016	0,031	0,028	0,057	0,025	0,035			
10	17,7	0,047	0,041	0,046	0,035	0,042	0,035	0,024		0,051	0,037	0,055	0,050	0,088	0,051	0,061			
30	53,1	0,101	0,083	0,085	0,060	0,082	0,083	0,052	Meßstelle	0,102	0,079	0,114	0,106	0,194	0,116	0,133			
35	62,0	0,116	0,095	0,100	0,073	0,096	0,095	0,060		0,118	0,091	0,130	0,122	0,227	0,130	0,152			
40	70,8	0,141	0,120	0,122	0,083	0,117	0,117	0,078		0,141	0,112	0,153	0,145	0,266	0,154	0,180			
45	79,7	0,165	0,145	0,145	0,107	0,141	0,141	0,098		0,171	0,137	0,180	0,173	0,307	0,183	0,211			
50	88,5	0,182	0,166	0,161	0,118	0,157	0,158	0,113		0,199	0,157	0,202	0,196	0,355	0,211	0,237			
52,3	93																		

A42

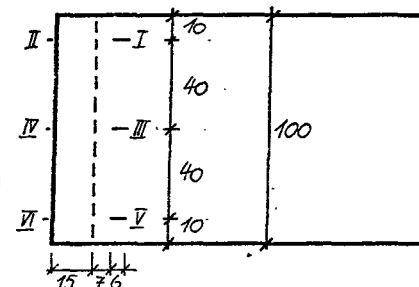
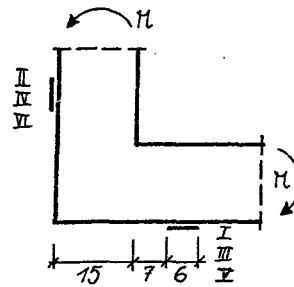
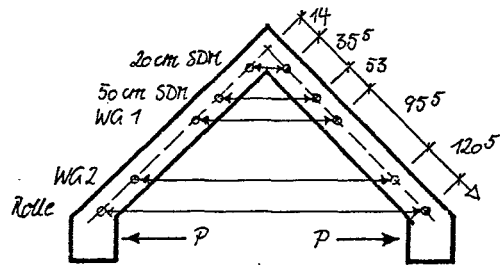


Betondehnung
 Innenseite
 10 cm SDM



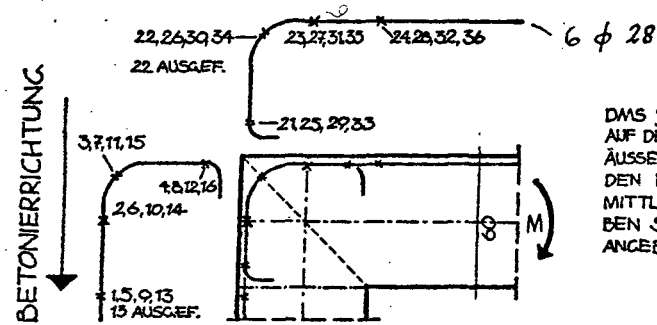
P	P/P _{u,R} · 100	4	7	21	12	17	24	Mittel	5	6	22	11	16	23	Mittel				
[kN]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
1	1,8	0,006	0,005	-0,001	0,001	0,003	0,001	0,004	0,007	0,006	0,012	0,003	0,009	0	0,006				
5	8,9	0,007	0,007	0,003	0,005	0,003	0,005	0,006	0,007	0,007	0,012	0,008	0,007	0,003	0,008				
10	17,7	0,008	0,005	0,010	0,006	0,006	0,003	0,007	0,005	0,005	0,021	0,004	0,004	0,008	0,008				
15	26,6	0,016	0,021	0,020	0,014	0,013	0,018	0,018	0,012	0,018	0,044	0,002	0,007	0,021	0,017				
20	35,4	0,037	0,073	0,050	0,061	0,056	0,030	0,051	0,062	0,080	0,097	0,055	0,068	0,091	0,076				
25	44,3	0,074	0,119	0,083	0,075	0,080	0,072	0,084	0,078	0,110	0,109	0,076	0,096	0,116	0,098				
30	53,1	0,142	0,188	0,113	0,118	0,133	0,105	0,133	0,118	0,162	0,154	0,125	0,144	0,142	0,141				
100 Lastwechsel zwischen 5 und 30 kN																			
0	0	0,028	0,047	0,033	0,018	0,028	0,035	0,033	0,018	0,036	0,080	0,023	0,028	0,043	0,050				
10	17,7	0,061	0,085	0,058	0,039	0,054	0,056	0,058	0,040	0,069	0,112	0,049	0,058	0,076	0,081				
30	53,1	0,124	0,174	0,124	0,098	0,114	0,118	0,125	0,083	0,143	0,164	0,110	0,125	0,161	0,131				
35	62,0	0,146	0,203	0,146	0,110	0,130	0,138	0,146	0,102	0,163	0,201	0,129	0,138	0,178	0,152				
40	70,8	0,177	0,245	0,172	0,130	0,160	0,163	0,175	0,125	0,198	0,223	0,146	0,164	0,205	0,177				
45	79,7	0,216	0,297	0,213	0,143	0,187	0,199	0,209	0,143	0,232	0,257	0,166	0,187	0,228	0,202				
50	88,5	0,247	0,336	0,252	0,145	0,198	0,225	0,234	0,172	0,310	0,344	0,204	0,289	0,334	0,276				
52,3	93																		

A43



P	P/P _{0,R} · 100	20 cm SDH	50 cm SDH	Weggeber 1	Weggeber 2	Rollen- gerät		I	II	III	IV	V	VI		Mittel I - VI				
[kN]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]						
0	0																		
1	1,8	0,001	0,013	0	0,024	0,100		-0,007	-0,002	-0,010	-0,005	-0,005	-0,005		-0,006				
5	8,9	0,006	0,058	0,025	0,236	0,150		-0,038	-0,027	-0,036	-0,041	-0,040	-0,031		-0,036				
10	17,7	0,016	0,123	0,152	0,638	0,70		-0,076	-0,062	-0,074	-0,080	-0,087	-0,066		-0,074				
15	26,6	0,057	0,294	0,505	1,536	1,80		-0,142	-0,115	-0,140	-0,166	-0,185	-0,126		-0,146				
20	35,4	0,146	0,668	1,237	3,308	4,20		-0,281	-0,244	-0,298	-0,363	-0,314	-0,284		-0,297				
25	44,3	0,253	1,070	2,071	5,269	7,10		-0,379	-0,364	-0,410	-0,506	-0,426	-0,404		-0,415				
30	53,1	0,354	1,459	2,828	7,160	9,90		-0,484	-0,464	-0,524	-0,641	-0,533	-0,529		-0,529				
100 Lastwechsel zwischen 5 und 30 kN																			
0	0	0,157	0,540	1,237	2,768	4,30		-0,114	-0,104	-0,147	-0,192	-0,122	-0,145		-0,137				
10	17,7	0,223	0,848	1,616	4,159	5,70		-0,234	-0,216	-0,270	-0,350	-0,263	-0,272		-0,268				
30	53,1	0,400	1,631	3,232	8,223	11,65		-0,526	-0,495	-0,562	-0,691	-0,567	-0,582		-0,571				
35	62,0	0,454	1,885	3,788	9,546	13,15		-0,616	-0,570	-0,649	-0,784	-0,651	-0,669		-0,657				
40	70,8	0,551	2,300	4,495	11,295	15,90		-0,714	-0,658	-0,750	-0,902	-0,755	-0,773		-0,759				
45	79,7	0,790	3,140	5,965	14,627	21,00		-0,971	-0,881	-0,925	-1,136	-0,976	-1,027		-0,994				
50	88,5	1,429	5,250	9,141	21,007	30,40		-1,591	-1,313	-1,302	-1,344	-1,376	-1,365		-1,382				
52,3	93																		

A44

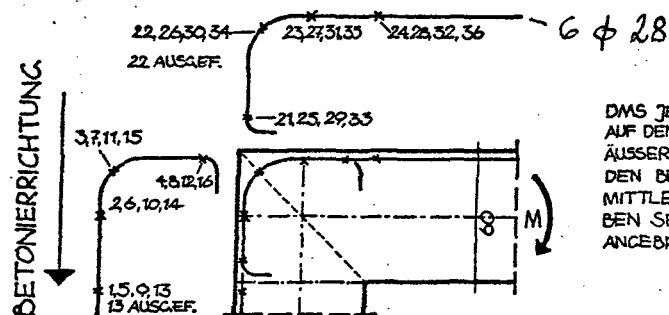


DMS JEWEILS
AUF DEN BEIDEN
ÄUSSERSTEN UND
DEN BEIDEN
MITTLEREN STÄ-
BEN SEITLICH
ANGEBRACHT.

STAHLDEHNUNG
gemessen DMS

P	P/P _{u,R} 100	1	5	9	Mittel	24	28	32	36	Mittel								
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]								
10	1.6	0.001	0.002	-0.002	0.001	0.005	0.005	0.003	0.006	0.005								
30	4.8	0.016	0.015	0.009	0.013	0.017	0.018	0.014	0.016	0.016								
50	8.0	0.043	0.036	0.026	0.035	0.032	0.030	0.025	0.031	0.030								
70	11.2	0.076	0.063	0.048	0.062	0.058	0.042	0.037	0.083	0.055								
100	16.0	0.129	0.114	0.097	0.113	0.089	0.090	0.082	0.125	0.097								
150	24.0	0.392	0.366	0.382	0.380	0.357	0.412	0.552	0.472	0.448								
200	32.0	0.611	0.602	0.595	0.603	0.616	0.637	0.799	0.739	0.698								
250	40.0	0.792	0.824	0.804	0.807	0.799	0.817	0.958	0.966	0.885								
300	48.0	0.998	1.018	0.989	1.002	0.984	0.992	1.110	1.142	1.057								
350	56.0	1.195	1.228	1.233	1.219	1.188	1.191	1.331	1.326	1.259								
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																		
50	8.0	0.266	0.320	0.340	0.309	0.282	0.273	0.625	0.380	0.390								
350	56.0	1.207	1.270	1.305	1.261	1.226	1.223	1.507	1.345	1.325								
450	72.0	1.575	1.711	1.715	1.667	1.612	1.609	1.918	1.744	1.721								
500	80.0	1.819	2.040	1.999	1.953	1.866	1.865	2.224	2.031	1.997								
550	88.0	2.170	2.595	2.467	2.411	2.244	2.258	2.676	2.451	2.407								
600	96.0	2.796	3.581	3.328	3.235	2.902	2.955	3.403	3.133	3.100								
644	103.0																	

A45

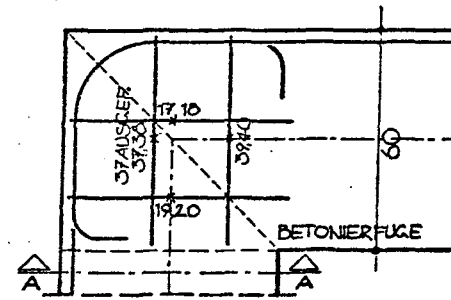
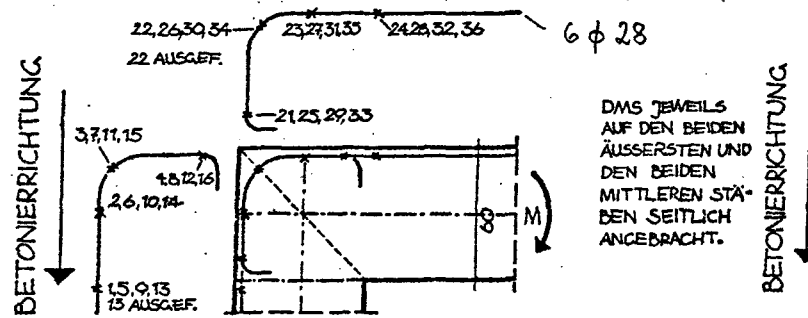


DMS JEWEILS
AUF DEN BEIDEN
ÄUSSERSTEN UND
DEN BEIDEN
MITTLEREN STÄ-
BEN SEITLICH
ANGEBRACHT.

STAHLDEHNUNG
gemessen DMS

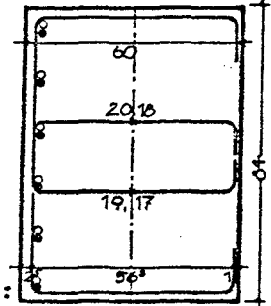
P	P/P _{u,R} · 100	2	6	10	14	Mittel	23	27	31	35	Mittel								
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]								
10	1,6	-0,002	0,000	0,000	-0,006	0,000	-0,001	0,003	-0,001	0,003	0,001								
30	4,8	0,001	0,005	0,005	-0,004	0,000	0,009	0,008	0,004	0,008	0,007								
50	8,0	0,005	0,010	0,011	-0,003	0,009	0,015	0,014	0,011	0,014	0,014								
70	11,2	0,008	0,015	0,017	-0,005	0,013	0,021	0,021	0,019	0,020	0,020								
100	16,0	0,009	0,024	0,027	-0,003	0,020	0,032	0,031	0,029	0,029	0,030								
150	24,0	0,041	0,049	0,057	0,046	0,048	0,069	0,092	0,096	0,116	0,093								
200	32,0	0,093	0,100	0,112	0,113	0,105	0,305	0,318	0,330	0,399	0,338								
250	40,0	0,224	0,230	0,237	0,259	0,238	0,511	0,508	0,523	0,629	0,543								
300	48,0	0,363	0,383	0,385	0,427	0,390	0,694	0,700	0,725	0,831	0,738								
350	56,0	0,639	0,586	0,585	0,726	0,634	0,901	0,921	0,944	1,031	0,949								
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																			
50	8,0	0,228	0,196	0,202	0,252	0,220	0,377	0,344	0,353	0,423	0,374								
350	56,0	0,721	0,637	0,650	0,847	0,714	1,081	1,068	1,102	1,157	1,102								
450	72,0	0,953	0,848	0,878	1,095	0,944	1,404	1,419	1,459	1,502	1,446								
500	80,0	1,104	0,984	1,034	1,253	1,094	1,649	1,677	1,723	1,745	1,699								
550	88,0	1,273	1,161	1,233	1,506	1,293	1,974	2,023	2,045	2,051	2,023								
600	96,0	1,481	1,341	1,440	1,777	1,510	2,346	2,443	2,388	2,399	2,394								
644	103,0																		

A46



DMS JEWELNS
AUF DEN IN-
NEREN SCHEN-
KELN DER
BÜGEL

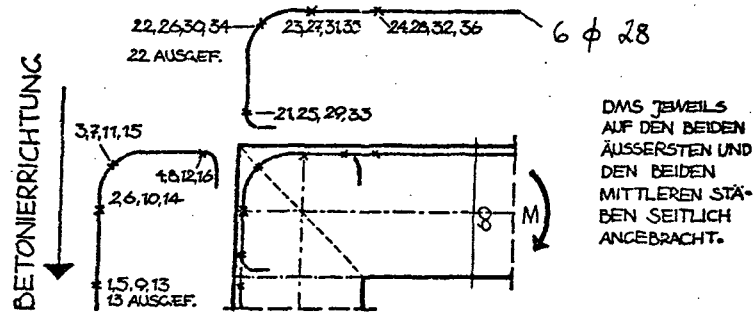
SNITT A-A:



STAHLDEHNUNG gemessen mit DMS

P	P/P _{u,R} 100	3	7	11	15	Mittel	26	30	34	Mittel	17	18	Mittel	38	20		39	40	Mittel
[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]
10	1,6	0,000	0,002	0,001	-0,004	0,000	0,002	0,002	0,003	0,002	0,000	0,001	0,001	0,000	-0,001		0,000	0,000	0,000
30	4,8	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003	0,006	0,006	0,006	0,006	0,000	0,001	0,001	-0,001	-0,005		-0,003	-0,002	-0,003
50	8,0	0,009	0,006	0,006	0,005	0,007	0,009	0,008	0,009	0,009	0,000	0,000	0,000	-0,002	-0,008		-0,005	-0,005	-0,005
70	11,2	0,012	0,010	0,010	0,008	0,010	0,012	0,011	0,013	0,012	0,001	0,002	0,002	-0,002	-0,011		-0,007	-0,008	-0,008
100	16,0	0,014	0,014	0,013	0,012	0,013	0,018	0,016	0,018	0,018	0,004	0,004	0,004	-0,002	-0,016		-0,011	-0,012	-0,012
150	24,0	0,026	0,026	0,025	0,025	0,026	0,030	0,029	0,031	0,030	0,010	0,012	0,011	-0,005	-0,025		-0,021	-0,023	-0,022
200	32,0	0,026	0,034	0,027	0,035	0,031	0,148	0,178	0,173	0,166	0,011	0,022	0,017	-0,012	-0,025		-0,034	-0,036	-0,035
250	40,0	0,028	0,042	0,029	0,044	0,036	0,265	0,222	0,299	0,262	0,011	0,006	0,009	-0,020	-0,036		-0,042	-0,043	-0,043
300	48,0	0,057	0,083	0,066	0,063	0,067	0,381	0,309	0,417	0,369	0,004	-0,007	-0,002	-0,024	-0,041		-0,051	-0,053	-0,052
350	56,0	0,188	0,179	0,197	0,162	0,182	0,534	0,430	0,544	0,503	-0,022	-0,031	-0,027	-0,055	+0,352		-0,051	0,055	-0,053
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																			
50	8,0	0,104	0,090	0,104	0,086	0,096	0,316	0,195	0,422	0,311	-0,003	-0,033	-0,021	-0,019	0,158		-0,005	-0,007	-0,006
350	56,0	0,199	0,195	0,214	0,207	0,204	0,614	0,477	0,634	0,575	-0,029	-0,044	-0,037	-0,060	0,405		-0,051	-0,056	-0,054
450	72,0	0,272	0,262	0,286	0,315	0,284	0,785	0,632	0,776	0,731	-0,034	-0,055	-0,045	-0,070	0,520		-0,071	-0,075	-0,073
500	80,0	0,335	0,311	0,339	0,389	0,344	0,900	0,730	0,888	0,839	-0,031	-0,054	-0,043	-0,053	0,581		-0,084	-0,085	-0,085
550	88,0	0,449	0,378	0,411	0,486	0,431	1,035	0,839	1,025	0,966	-0,023	-0,030	-0,027	-0,020	0,633		-0,095	-0,093	-0,094
600	96,0	0,554	0,442	0,477	0,567	0,510	1,156	0,929	1,155	1,050	-0,013	-0,010	-0,012	+0,042	0,671		-0,105	-0,098	-0,102
644	103,0																		

A47



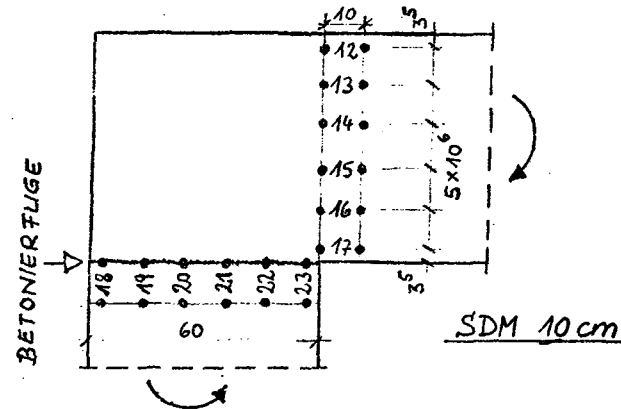
STAHLDEHNUNG
gemessen mit DMS

P	P/P _{u,R} · 100	4	8	12	16	Mittel	21	25	29	33	Mittel							
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]							
10	1,6	-0,008	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,006	0,002	0,002	0,003							
30	4,8	0,006	0,006	0,005	0,007	0,006	-0,007	0,008	0,011	0,007	0,009							
50	8,0	0,013	0,014	0,013	0,014	0,014	-0,002	0,012	0,015	0,010	0,012							
70	11,2	0,019	0,024	0,025	0,022	0,023	0,000	0,015	0,021	0,013	0,016							
100	16,0	0,047	0,034	0,036	0,033	0,038	0,000	0,024	0,030	0,016	0,023							
150	24,0	0,084	0,062	0,057	0,056	0,065	0,002	0,049	0,054	0,030	0,044							
200	32,0	0,149	0,111	0,040	0,115	0,104	0,087	0,073	0,071	0,051	0,071							
250	40,0	0,151	0,131	0,043	0,105	0,108	0,000	0,205	0,132	0,121	0,153							
300	48,0	0,167	0,139	0,056	0,104	0,117	0,002	0,313	0,143	0,165	0,207							
350	56,0	0,187	0,150	0,072	0,116	0,131	0,455	0,547	0,266	0,426	0,424							
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																		
50	8,0	0,073	0,043	0,023	0,054	0,048	0,168	0,330	0,123	0,211	0,208							
350	56,0	0,139	0,092	0,052	0,096	0,095	0,402	0,634	0,283	0,438	0,439							
450	72,0	0,171	0,116	0,076	0,111	0,119	0,514	0,745	0,391	0,522	0,543							
500	80,0	0,182	0,121	0,083	0,113	0,126	0,558	0,797	0,431	0,549	0,584							
550	88,0	0,199	0,126	0,109	0,114	0,137	0,584	0,845	0,461	0,563	0,613							
600	96,0	0,214	0,126	0,121	0,114	0,144	0,602	0,873	0,476	0,562	0,628							
644	103,0																	

A48



BETONDEHNUNG
10 cm SDM



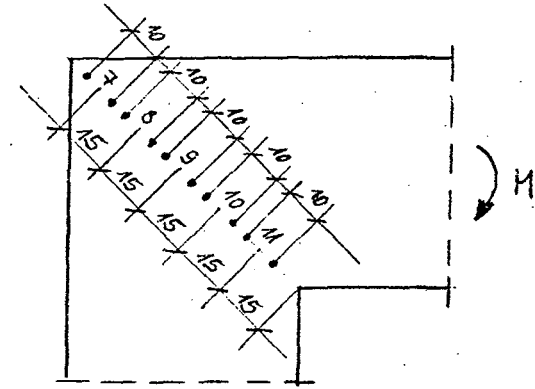
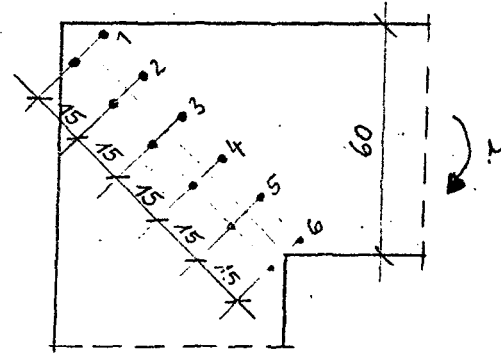
P	$P/P_{u,R}^{100}$	17	23	Mittel	16	22	Mittel	15	21	Mittel	14	20	Mittel	13	19	Mittel	12	18	Mittel
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]
10	1,6	-0,020	0,015	-0,0175	0,010	0,035	0,0225	-0,015	0,015	±0,000	0,060	0,015	0,0375	0,050	0,010	0,0300	0,035	-0,005	0,0150
30	4,8	-0,050	0,030	-0,0400	-0,005	-0,045	-0,0750	-0,030	-0,045	-0,0375	0,070	-0,025	0,0225	0,040	0,015	0,0275	0,055	0,020	0,0375
50	8,0	-0,075	0,040	-0,0575	-0,020	-0,045	-0,0325	-0,020	-0,005	-0,0125	0,055	-0,070	0,0225	0,030	0,000	0,0150	0,050	0,005	0,0275
70	11,2	-0,135	0,075	-0,1050	-0,095	-0,060	-0,0775	-0,045	-0,075	-0,0300	0,035	-0,020	0,0075	0,050	-0,070	0,0200	0,160	0,075	0,0875
100	16,0	-0,085	0,060	-0,0725	-0,030	-0,020	-0,0250	0,000	0,045	0,0225	0,700	0,060	0,0800	0,125	0,030	0,0775	0,235	0,055	0,1450
150	24,0	-0,175	-0,195	-0,1850	-0,015	-0,085	-0,0500	0,065	0,180	0,1225	0,390	-0,065	0,1625	0,500	-0,030	0,2850	0,820	0,000	0,4700
200	32,0	-0,370	-0,305	-0,3375	0,385	-0,110	0,1375	1,375	0,455	0,8850	2,085	-0,120	0,9825	2,075	-0,125	0,9750	1,915	-0,060	0,9275
250	40,0	-0,365	-0,405	-0,3850	0,675	-0,065	0,3050	2,100	0,820	1,4000	3,295	-0,175	1,5600	2,670	-0,145	1,2625	2,145	-0,055	1,0450
300	48,0	-0,460	-0,535	-0,4975	0,910	-0,025	0,4425	2,770	1,190	1,9500	4,245	-0,270	2,0775	3,165	-0,155	1,5050	2,570	-0,025	1,2425
350	56,0	-0,585	-0,705	-0,6350	1,045	0,120	0,5825	2,295	1,750	-0,2725	5,035	-0,255	2,3400	3,640	-0,180	1,7300	2,875	-0,040	1,3875
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																			
50	8,0	-0,175	-0,215	-0,1950	0,780	0,095	0,4375	1,755	0,710	1,2325	4,005	-0,200	-0,0975	1,565	-0,155	0,7050	0,995	-0,095	0,4500
350	56,0	-0,585	-0,765	-0,6750	1,260	-1,490	-0,1150	3,565	1,885	2,7250	5,620	-0,235	2,6925	3,675	-2,315	0,6800	2,805	-0,045	1,3800
450	72,0	-0,690	-0,965	-0,8275	1,565	0,385	0,9750	4,410	2,550	3,4800	6,890	-0,205	3,3425	4,570	-0,090	2,2100	3,545	-0,075	1,7650
500	80,0	-0,850	-1,200	-1,0250	1,685	0,405	1,0450	4,915	2,845	3,8800	7,775	-0,290	3,7425	5,000	-0,120	2,4400	3,775	-0,170	1,8025
550	88,0	-0,950	-1,470	-1,2100	1,955	0,525	1,2400	5,630	3,345	4,4875	8,825	-0,280	4,2725	5,645	-0,095	2,7750	4,550	-0,070	2,2400
600	96,0	-1,040	-1,750	-1,3950	2,435	0,800	1,6775	6,665	4,130	5,3975	9,000	-0,240	-0,1200	6,595	0,005	3,2950	5,520	-0,060	2,7400
644	103,0																		

A49



BETONDEHNUNG

10 cm SDM

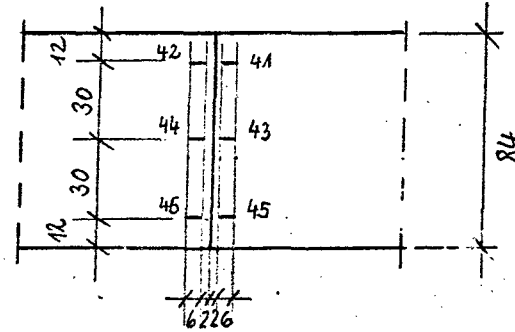
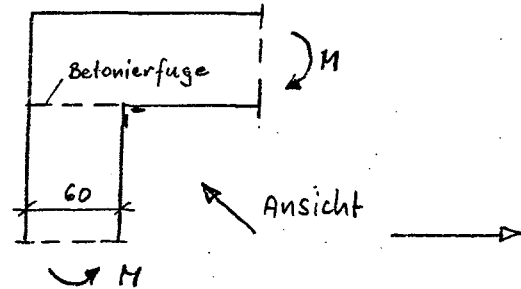


P	P/P _{U,R} · 100	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11						
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]		[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]						
10	1,6	0,060	0,045	0,040	0,095	0,050	0,000		0,105	0,060	0,070	0,015	0,020						
30	4,8	-0,015	0,000	0,050	0,090	0,060	-0,060		0,125	0,045	0,050	0,000	0,035						
50	8,0	-0,040	-0,010	0,010	0,060	0,050	-0,145		0,115	0,010	0,025	-0,010	-0,025						
70	11,2	-0,020	+0,005	0,000	0,070	0,035	-0,205		0,115	-0,005	-0,005	-0,035	-0,055						
100	16,0	0,005	0,020	0,055	0,100	0,070	-0,265		0,170	0,055	0,065	0,005	0,005						
150	24,0	0,050	0,066	0,075	0,130	0,095	-0,575		0,170	0,045	0,045	-0,025	-0,040						
200	32,0	0,030	0,035	0,025	0,080	0,035	-0,750		0,130	0,005	-0,070	-0,080	-0,115						
250	40,0	-0,035	0,030	0,035	0,085	0,045	-0,955		0,100	-0,025	-0,050	-0,110	-0,165						
300	48,0	-0,005	0,040	-0,025	0,125	0,080	-1,130		0,130	0,015	-0,045	-0,090	-0,190						
350	56,0	-0,010	0,030	0,010	0,110	0,075	-1,430		0,095	-0,055	-0,095	-0,160	-0,295						
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																			
50	8,0	0,015	-0,010	0,000	0,075	0,055	-0,605		0,120	0,070	0,025	-0,015	-0,070						
350	56,0	-0,020	0,005	-0,005	0,100	0,090	-1,495		0,105	-0,025	-0,100	-0,105	-0,275						
450	72,0	0,005	0,065	0,040	0,120	0,125	-1,905		0,130	-0,015	-0,085	-0,200	-0,340						
500	80,0	-0,005	0,075	0,020	0,130	0,160	-2,190		0,105	-0,025	-0,135	-0,275	-0,445						
550	88,0	-0,005	0,100	0,020	0,125	0,165	-2,450		0,115	0,025	-0,140	-0,250	-0,505						
600	96,0	0,035	0,185	0,085	0,195	0,215	-2,775		0,165	0,060	-0,155	-0,245	-0,520						
644	103,0																		

A 50

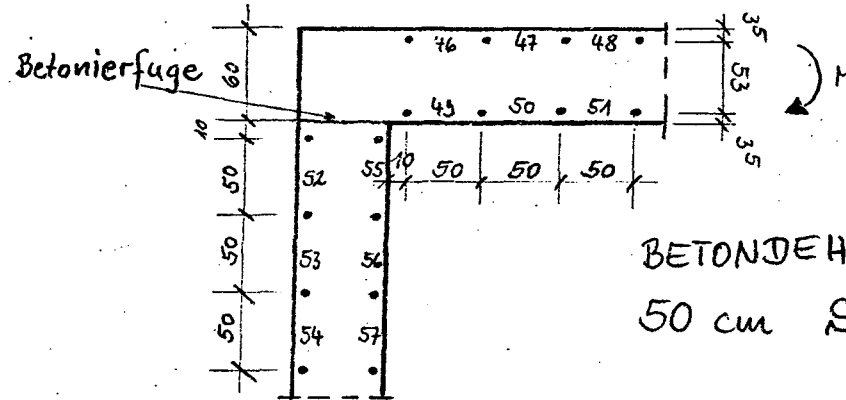
V9

Beton DMS:



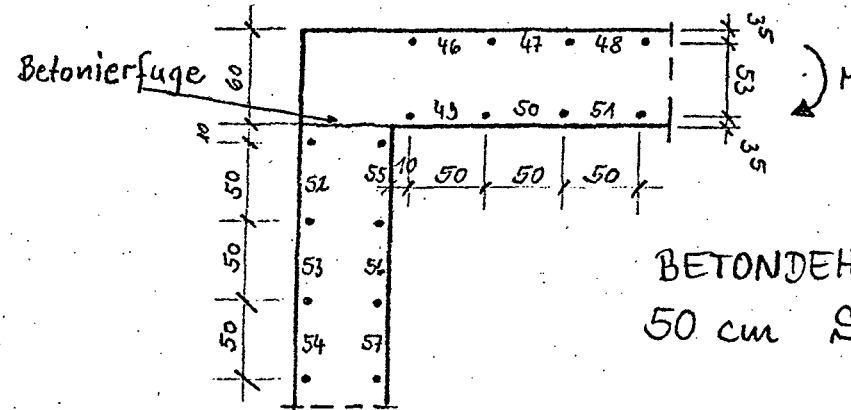
P	P/P _{u,R} · 100	41	42	43	44	45	46	Mittel		42 44 46	41 43 45							
[kN]	[%]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]	[‰]										
10	1.6	0,000	-0,001	-0,006	-0,003	-0,005	-0,005	-0,004		-0,003	-0,006							
30	4.8	0,001	-0,008	-0,022	-0,008	-0,019	-0,013	-0,014		-0,010	-0,021							
50	8.0	-0,016	-0,018	-0,039	-0,024	-0,036	-0,024	-0,028		-0,021	-0,038							
70	11.2	0,000	-0,031	-0,062	-0,044	-0,054	-0,040	-0,046		-0,038	-0,058							
100	16.0	-0,071	-0,054	-0,093	-0,081	-0,082	-0,072	-0,076		-0,069	-0,088							
150	24.0	0,040	-0,142	-0,222	-0,156	-0,199	-0,182	-0,188		-0,173	-0,211							
200	32.0	-0,427	-0,272	-0,438	-0,335	-0,405	-0,324	-0,355		-0,310	-0,422							
250	40.0	0,000	-0,431	-0,622	-0,494	-0,586	-0,493	-0,525		-0,473	0,604							
300	48.0	0,000	-0,596	-0,773	-0,654	-0,739	-0,654	-0,683		-0,635	-0,756							
350	56.0	-0,944	-0,831	-0,913	-0,872	-0,884	-0,876	-0,887		-0,860	-0,914							
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																		
50	8.0	-0,368	-0,274	-0,368	-0,300	-0,357	-0,293	-0,327		-0,289	-0,364							
350	56.0	-1,013	-0,922	-0,975	-0,947	-0,945	-0,953	-0,959		-0,941	-0,978							
450	72.0	-1,315	-1,286	-1,250	-1,284	-1,217	-1,292	-1,274		-1,287	-1,261							
500	80.0	-1,515	-1,543	-1,431	-1,522	-1,390	-1,517	-1,486		-1,527	-1,445							
550	88.0	-1,756	-1,879	-1,644	-1,834	-1,594	-1,807	-1,752		-1,840	-1,665							
600	96.0	-2,049	-2,313	-1,891	-2,251	-1,829	-2,167	-2,085		-2,247	-1,923							
644	103.0																	

A57



P	P/P _{u,R} ¹⁰⁰	49	49	55	55	Mittel 49/55	50	50	56	56	Mittel 50/56	51	51	57	57	Mittel 51/57			
[kN]	[%]	[mm]	[‰]	[mm]	[‰]	[‰]	[mm]	[‰]	[mm]	[‰]	[‰]	[mm]	[‰]	[mm]	[‰]	[‰]			
10	1,6	-0,003	-0,006	+0,003	+0,006	0	-0,003	-0,006	+0,001	+0,002	-0,002	-0,002	-0,004	-0,001	-0,002	-0,003			
30	4,8	-0,012	-0,024	-0,009	-0,018	-0,011	-0,012	-0,024	-0,004	-0,008	-0,016	-0,009	-0,018	-0,004	-0,008	-0,013			
50	8,0	-0,015	-0,031	-0,010	-0,020	-0,026	-0,013	-0,027	-0,007	-0,014	-0,021	-0,007	-0,014	-0,004	-0,008	-0,011			
70	11,2	-0,026	-0,051	-0,021	-0,043	-0,047	-0,016	-0,033	-0,018	-0,037	-0,035	-0,010	-0,020	-0,011	-0,022	-0,021			
100	16,0	-0,038	-0,076	-0,040	-0,080	-0,078	-0,036	-0,071	-0,029	-0,057	-0,064	-0,026	-0,051	-0,021	-0,043	-0,047			
150	24,0	-0,070	-0,141	-0,076	-0,151	-0,146	-0,049	-0,098	-0,051	-0,102	-0,100	-0,034	-0,067	-0,033	-0,065	-0,066			
200	32,0	-0,098	-0,196	-0,114	-0,229	-0,213	-0,062	-0,124	-0,066	-0,133	-0,129	-0,042	-0,084	-0,039	-0,078	-0,081			
250	40,0	-0,123	-0,247	-0,152	-0,304	-0,276	-0,079	-0,157	-0,088	-0,176	-0,167	-0,043	-0,086	-0,049	-0,098	-0,092			
300	48,0	-0,155	-0,310	-0,193	-0,386	-0,348	-0,099	-0,198	-0,123	-0,247	-0,223	-0,054	-0,108	-0,063	-0,127	-0,118			
350	56,0	-0,187	-0,373	-0,239	-0,478	-0,426	-0,122	-0,245	-0,146	-0,292	-0,269	-0,070	-0,141	-0,076	-0,151	-0,146			
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																			
50	8,0	-0,053	-0,106	-0,079	-0,157	-0,132	-0,037	-0,073	-0,043	-0,086	-0,080	-0,021	-0,043	-0,024	-0,049	-0,046			
350	56,0	-0,186	-0,371	-0,251	-0,502	-0,437	-0,127	-0,253	-0,151	-0,302	-0,278	-0,069	-0,139	-0,078	-0,155	-0,147			
450	72,0	-0,242	-0,484	-0,321	-0,643	-0,564	-0,163	-0,327	-0,194	-0,388	-0,358	-0,091	-0,182	-0,102	-0,204	-0,193			
500	80,0	-0,267	-0,535	-0,366	-0,733	-0,634	-0,179	-0,357	-0,214	-0,429	-0,393	-0,099	-0,198	-0,112	-0,224	-0,211			
550	88,0	-0,297	-0,594	-0,410	-0,820	-0,707	-0,201	-0,402	-0,237	-0,473	-0,438	-0,104	-0,208	-0,121	-0,243	-0,226			
600	96,0	-0,324	-0,649	-0,454	-0,908	-0,779	-0,219	-0,439	-0,256	-0,512	-0,476	-0,109	-0,218	-0,133	-0,265	-0,242			
644	103,0																		

A 52



BETONDEHNUNG
50 cm SDM

P	P/P _{u,R} 100	46	46	52	52	Mittel 46/52	47	47	53	53	Mittel 47/53	48	48	54	54	Mittel 48/54			
[kN]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[%]			
10	1,6	0,003	0,006	0,008	0,016	0,011	0,001	0,002	0,002	0,004	0,003	0,000	0,000	0,002	0,004	0,002			
30	4,8	0,006	0,012	0,008	0,016	0,014	0,005	0,010	0,002	0,004	0,007	0,001	0,002	0,000	0,000	0,001			
50	8,0	0,011	0,022	0,017	0,035	0,029	0,011	0,022	0,008	0,016	0,019	0,005	0,010	0,006	0,012	0,011			
70	11,2	0,019	0,039	0,021	0,043	0,041	0,011	0,022	0,010	0,020	0,021	0,006	0,012	0,006	0,012	0,012			
100	16,0	0,036	0,071	0,036	0,071	0,071	0,011	0,022	0,015	0,031	0,027	0,009	0,018	0,006	0,012	0,015			
150	24,0	0,119	0,239	0,082	0,163	0,201	0,021	0,043	0,033	0,065	0,054	0,022	0,045	0,016	0,033	0,039			
200	32,0	0,230	0,459	0,219	0,439	0,449	0,035	0,069	0,031	0,061	0,065	0,036	0,071	0,045	0,090	0,081			
250	40,0	0,336	0,671	0,338	0,676	0,674	0,033	0,186	0,076	0,151	0,169	0,054	0,108	0,066	0,133	0,121			
300	48,0	0,433	0,865	0,454	0,908	0,887	0,150	0,300	0,136	0,271	0,286	0,069	0,139	0,104	0,208	0,174			
350	56,0	0,520	1,041	0,567	1,135	1,088	0,201	0,402	0,163	0,327	0,365	0,103	0,206	0,156	0,312	0,259			
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																			
50	8,0	0,191	0,382	0,202	0,404	0,393	0,077	0,153	0,053	0,106	0,130	0,048	0,096	0,076	0,151	0,124			
350	56,0	0,554	1,108	0,613	1,227	1,168	0,226	0,451	0,182	0,363	0,407	0,111	0,222	0,178	0,355	0,289			
450	72,0	0,730	1,459	0,822	1,645	1,552	0,297	0,594	0,251	0,502	0,548	0,196	0,392	0,261	0,522	0,457			
500	80,0	0,844	1,688	0,956	1,912	1,800	0,336	0,671	0,303	0,606	0,639	0,266	0,533	0,322	0,645	0,589			
550	88,0	0,968	1,937	1,111	2,222	2,080	0,379	0,757	0,357	0,714	0,736	0,364	0,729	0,368	0,776	0,753			
600	96,0	1,117	2,235	1,313	2,627	2,431	0,419	0,839	0,406	0,812	0,826	0,456	0,912	0,446	0,892	0,902			
644	103,0																		

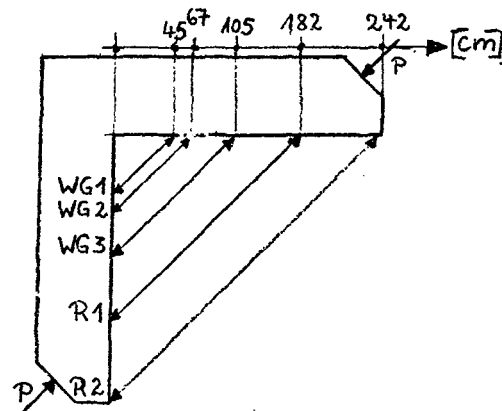
A 53



BIEGELINIE

WG induktive Weggeber

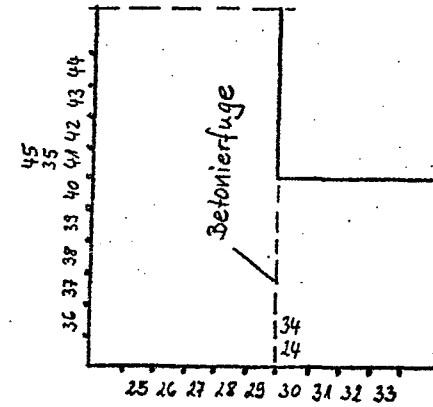
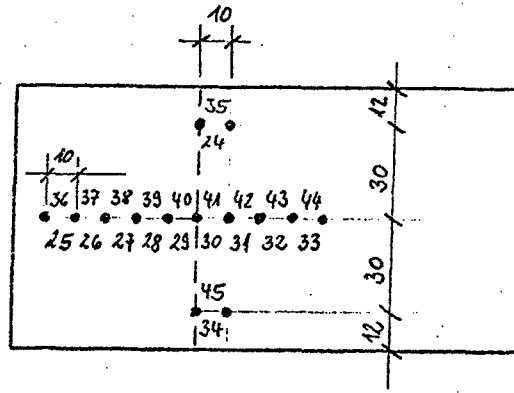
R Rollengerät



P	P/P _{u,R} ¹⁰⁰	WG1	WG2	WG3	R1	R2					WG1 2√2	WG2 2√2	WG3 2√2	R1 2√2	R2 2√2				
[kN]	[%]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]					[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]				
10	1,6	0,00	0,01	0,00	0,30	0,10					0,00	0,00	0,00	0,11	0,04				
30	4,8	0,00	0,01	0,00	0,40	0,20					0,00	0,00	0,00	0,14	0,07				
50	8,0	0,00	0,00	0,06	0,60	0,40					0,00	0,00	0,02	0,21	0,14				
70	11,2	0,01	0,03	0,16	0,90	0,70					0,00	0,01	0,06	0,32	0,25				
100	16,0	0,08	0,11	0,33	1,50	1,10					0,03	0,04	0,12	0,53	0,39				
150	24,0	0,31	0,46	0,93	1,90	2,70					0,11	0,16	0,33	0,67	0,95				
200	32,0	0,68	1,03	1,90	3,50	5,00					0,24	0,36	0,67	1,24	1,77				
250	40,0	1,00	1,60	2,80	5,30	7,65					0,35	0,57	0,99	1,87	2,70				
300	48,0	1,31	2,08	3,75	8,25	12,08					0,46	0,74	1,33	2,92	4,27				
350	56,0	1,70	2,66	4,76	10,50	15,20					0,60	0,94	1,68	3,71	5,37				
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																			
50	8,0	0,71	1,18	1,91	5,30	7,60					0,25	0,42	0,68	1,87	2,69				
350	56,0	1,90	2,91	5,20	9,50	15,40					0,67	1,03	1,84	3,36	5,44				
450	72,0	2,50	3,85	6,85	13,00	19,80					0,88	1,36	2,42	4,60	7,00				
500	80,0	2,90	4,45	7,91	14,90	22,50					1,03	1,57	2,80	5,27	7,95				
550	88,0	3,41	5,21	9,21	17,20	26,10					1,21	1,84	3,26	6,08	9,23				
600	96,0	4,03	6,15	10,76	20,50	29,70					1,42	2,17	3,80	7,25	10,50				
644	103,0																		

V9

BETONDEHNUNG
10 cm SDM



h

A56

P	P/P _{u,R} ¹⁰⁰	29	40		30	41		37	42		32	43		33	44				
[kN]	[%]	[‰]	[‰]		[‰]	[‰]		[‰]	[‰]		[‰]	[‰]		[‰]	[‰]				
10	1,6	0,019	0,025		0,030	0,025		0,000	0,015		0,040	0,035		0,000	0,020				
30	4,8	0,000	-0,020		0,060	-0,005		-0,070	-0,025		0,040	0,005		0,005	0,030				
50	8,0	0,025	-0,010		0,070	0,045		-1,840	0,075		0,045	0,085		-0,003	0,055				
70	11,2	0,125	-0,075		0,090	0,040		0,825	-0,075		0,120	0,160		0,070	0,070				
100	16,0	0,285	-0,040		0,025	0,200		0,020	-0,045		0,275	0,190		0,065	0,075				
150	24,0	0,840	-0,070		0,030	1,070		-0,025	-0,070		0,640	0,643		0,135	-0,025				
200	32,0	1,095	-0,115		0,005	1,295		-1,755	-0,120		1,125	1,050		0,825	0,070				
250	40,0	1,200	-0,155		0,160	1,530		-0,135	-0,675		1,620	1,260		1,865	-0,030				
300	48,0	1,315	-0,155		0,435	1,875		-0,145	-0,715		2,090	1,790		1,940	0,025				
350	56,0	1,475	-0,225		0,495	2,065		-0,195	-0,270		2,495	2,270		2,395	0,060				
80 Lastwechsel zwischen 100 und 350 kN																			
50	8,0	0,320	-0,230		0,030	0,620		-0,725	0,205		0,975	0,730		0,940	-0,070				
350	72,0	1,395	-0,220		0,625	2,240		-0,795	-0,370		3,695	2,360		2,780	0,125				
450	80,0	1,965	2,335		1,035	2,970		-0,150	-0,375		3,635	3,220		3,600	0,250				
500	88,0	2,090	-0,235		1,210	3,410		-0,200	-0,330		4,765	3,085		3,680	0,260				
550	96,0	2,450	-0,265		1,605	4,055		-0,260	-0,360		4,885	4,435		-0,115	0,295				
600	103,0	3,175	-0,215		2,270	4,910		-0,225	-0,425		5,995	5,350		7,580	0,305				
644																			